

división agropecuaria

**MANUAL
DE
METEOROLOGIA**

BOGOTA DE COLOMBIA - 1.968
DERECHOS RESERVADOS "SENA"



C O N T E N I D O

Página

Introducción	1
Clima	2
Climatología	3
Agroclimatología	3
Elementos de Hidrología	3
El Ciclo Hidrológico	4
Instrumentos de Medidas Meteorológicas	4
La Precipitación	4
 MEDIDA DE LA PRECIPITACION	 6
PRECIPITACION ANUAL	6
PRECIPITACION PROMEDIO SOBRE UNA AREA	7
INTENSIDAD, DURACION Y FRECUENCIA DE LAS LLUVIAS	9
ANALISIS DE UNA TORMENTA (Lluvia)	11
INTENSIDADES MAXIMAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE DURACION	12
DETERMINACION DE LA FRECUENCIA	12
INTENSIDADES MAXIMAS EN MM/Libra	13
VAPOR DE AGUA	14
HUMEDAD RELATIVA	14
CALIBRACION Y CUIDADOS DE SICROMETRO E HIGROGRAFO	16
LA ENERGIA, SUS MANIFESTACIONES Y ME- DIDAS	19
BRILLO SOLAR Y NUBOSIDAD	21
CLASIFICACION Y TIPOS DE NUBES	22
TENSION DEL VAPOR DE AGUA	26
VIENTOS	27
VERIFICACION DEL ANEMOGRAFO	28
PRESION ATMOSFERICA	28
EVAPORACION DEL AGUA	30
EVAPORIMETROS A LA INTEMPERIE	31
RECOLECCION Y ELABORACION DE DATOS	33
DEFINICIONES	35



Esta obra está bajo una Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

MANUAL DE METEOROLOGIA

Introducción

Ha sido a través del tiempo una de las mayores preocupaciones de todos los gobiernos, así como de los organismos de investigación, organismos catastrales, militares, agrícolas, etc., llevar a efecto los registros meteorológicos para elaborar las cartas meteorológicas regionales.

Con las cartas meteorológicas se puede definir las épocas de cultivo y su cosecha, evitando las grandes pérdidas en la producción regional agrícola.

Con una pequeña inversión monetaria se puede obtener el equipo necesario para dotar un centro agropecuario de los implementos de registro meteorológicos, presentándose la facilidad para formar una sencilla red meteorológica nacional con los registros obtenidos en los centros agropecuarios del SENA.

Además el SENA prepararía el personal de las empresas interesadas en conocer las técnicas de toma de registros meteorológicos.

Las variaciones del tiempo atmosférico pueden predecirse en cualquier país. Para lograrlo hay que tener un conocimiento previo del clima, profundo, prolongado, verídico; hay que contar con personal honesto, competente y tenaz; disponer de una red de observatorios muy bien localizados, servidos y suficientemente dotados. La predicción del tiempo permite la seguridad de la navegación aérea y marítima; del transporte terrestre, el planeamiento y el desarrollo y organización de las empresas agrícolas.

Es imposible concebir la prosperidad del país sin la de su agricultura; no es factible cultivar el suelo de modo racional y eficiente sin dominar en todas sus fases el problema de las lluvias. El agricultor que no conozca las propiedades de su suelo ni el régimen de las lluvias será siempre un juguete del acaso; en lugar de encauzar las fuerzas naturales en su provecho, será víctima de ellas.

Meteorología

La meteorología estudia la atmósfera terrestre, es decir, la

capa gaseosa que envuelve la tierra, mide los movimientos del aire (fuerza y tracción), el calor y la humedad del ambiente, la lluvia y demás meteoros o fenómenos atmosféricos.

Es posible medir cualquier meteoro o perturbación atmosférica. Algunos como el relámpago y el trueno, la niebla y las nubes, pueden apreciarse por medio de los sentidos - (la vista, el oído). Otros meteoros como la lluvia, la humedad del aire, el brillo solar, además de apreciarse por los sentidos; se registran y miden con instrumentos - especiales, cosa que ya se hace de modo rutinario en las estaciones meteorológicas.

Clima

Con la palabra clima se expresa la resultante de la interacción de numerosos elementos o meteoros, considerada durante un transcurso de tiempo apreciablemente prolongado.

Cuando el tiempo atmosférico de una localidad se estudia y se mide pacientemente, con exactitud, con honradez, durante 10, 20, o 100 años, se tiene un conocimiento cada vez - más profundo y útil del recurso natural llamado clima, que es el segundo en importancia en todos los países, ya que únicamente es aventajado por el recurso natural llamado - hombre.

Entre clima y climatología hay una diferencia similar a la que hay entre sociedad y sociología.

Por lo tanto, conviene emplear con mas precisión los adjetivos climático (que es lo referente al clima) y climatológico (que es lo referente a la climatología). Así, - por ejemplo, a un cultivo de maíz, real y verdadero, lo - afectan los fenómenos o factores climáticos (lluvia, sequía, vientos, etc.), no los factores climatológicos, que son los que contempla un libro sobre climatología. Tal vez sea un poco útil esta aclaración, pero es una sutileza necesaria.

Lo que si es inadmisible, por lo erróneo y por lo feo, es - decir que a un cultivo lo afectaron los factores climatéricos, pero climatérico es un período crítico en el desarro--

llo sexual de un individuo, y el clima y sus componentes no tienen nada de climatéricos, nada de manifestaciones sexuales.

Climatología

La climatología es el estudio del clima. En tanto que la meteorología estudia la atmósfera como tal, la climatología estudia las relaciones entre la atmósfera y la superficie de la tierra.

Agroclimatología

Llámase agroclimatología al estudio de las relaciones existentes entre el clima y los animales domésticos, las plantas cultivadas y aún el hombre rural. Así, la agroclimatología es una ciencia circunscrita al interés comercial del hombre y en ello se diferencia de la ecología.

La ecología es el estudio de los seres vivos en relación con el medio en que habitan; es una ciencia más universal que no considera necesariamente el aspecto utilitario inmediato. La ecología estudia todas las relaciones actuales y posibles entre los seres vivos y el ambiente en que se encuentran, y se divide en múltiples ramas: Ecología - Vegetal, Ecología Animal, Ecología Humana, Agroclimatología, Geobotánica, Sociología Vegetal y otras. En cambio, la agroclimatología está circunscrita a las condiciones actuales y al interés económico del hombre.

Elementos de Hidrología

Hidrología es la ciencia que estudia la distribución del agua en la naturaleza, ya sea en las capas superiores de la atmósfera o en la superficie de la tierra o en los estratos subterráneos, y los métodos o sistemas disponibles para volorar en forma cualitativa o cuantitativa la magnitud de los fenómenos físicos asociados con el movimiento y distribución de estas aguas.

El Ciclo Hidrológico

Toda el agua presente en la naturaleza está en continuo movimiento. De los océanos o grandes masas de agua hacia la atmósfera, en la forma de vapor; de la atmósfera hacia la tierra, en la forma de lluvias, y de la tierra hacia los océanos en forma de escorrentía. Considerando el globo terráqueo todo como una unidad, la lluvia y la evaporación son exactamente iguales. Este proceso rotativo del agua en la naturaleza se denomina el ciclo hidrológico. La figura 1 Conferencias Elementos de Hidrología ilustra todos los fenómenos físicos y biológicos que intervienen en el desarrollo de este ciclo. Estos fenómenos pueden agruparse en: precipitación, evaporación, infiltración y escorrentía.

Instrumentos de Medidas Meteorológicas

Los instrumentos de medida se dividen en dos grandes grupos:

- 1 De lectura directa
- 2 De registro

El sufijo "Metro" a los primeros; el sufijo "Grafo", a los segundos. Son instrumentos de lectura directa: el pluviómetro, el anemómetro, el higrómetro. Son instrumentos de registro el pluviógrafo, el anemógrafo, el higrógrafo.

La Precipitación

La precipitación o lluvia es un fenómeno atmosférico por virtud del cual el vapor de agua acumulado en la atmósfera, en la forma de nubes, se condensa y cae a la superficie de la tierra en forma líquida o sólida.

Para que se produzca la precipitación es necesario que una masa de aire caliente y cargado de humedad sufra un proceso de enfriamiento, que haga posible la condensación. Según la naturaleza del fenómeno que produzca el enfriamiento, las precipitaciones se clasifican en tres

tipos principales:

- 1) Tormentas debidas al contacto entre una masa de aire tibia y húmeda con otra fría y relativamente seca.
- 2) Tormentas debidas al ascenso por convección de grandes masas de vapor de agua que se enfrían en las capas superiores de la atmósfera.
- 3) Tormentas debidas al enfriamiento de las masas húmedas de aire cuando ascienden sobre las montañas.

Las leyes meteorológicas que regulan la distribución de las lluvias son realmente complejas y no han podido aún establecerse con exactitud. Los siguientes factores que determinan en mayor o menor grado la precipitación en un área determinada:

- 1) La proximidad a los océanos o a los lagos.
- 2) La presencia de cordilleras que interceptan el paso de los vientos húmedos.
- 3) La localización geográfica del área considerada en la ruta de las tormentas ciclónicas.

La precipitación es el fenómeno meteorológico más variable y quizás, el más importante de los elementos del clima tropical, hasta el punto de que su sola presencia o ausencia decide la habitabilidad de una región por seres humanos y condiciona las medidas de explotación económica de la tierra.

En los estudios hidrológicos la información más corrientemente necesaria en cuanto hace relación a la precipitación en una localidad dada, pueden resumirse en la forma siguiente:

- 1.- Precipitación anual total
- 2.- Distribución de la precipitación por estaciones, meses o semanas.
- 3.- Intensidad, duración y frecuencia de las precipitaciones máximas.

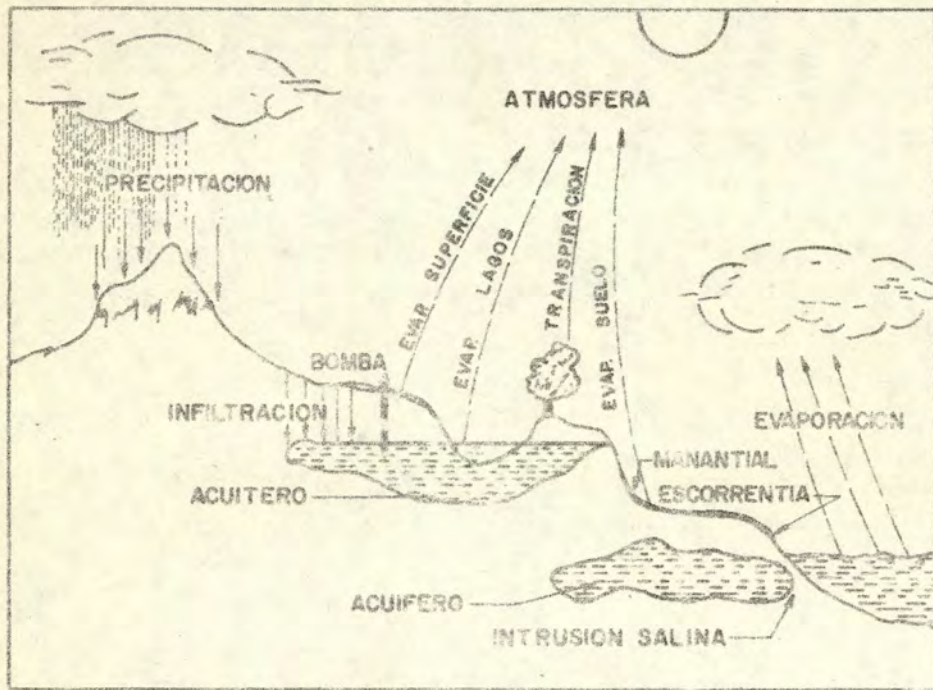


FIG. No 1 - EL CICLO HIDROLOGICO

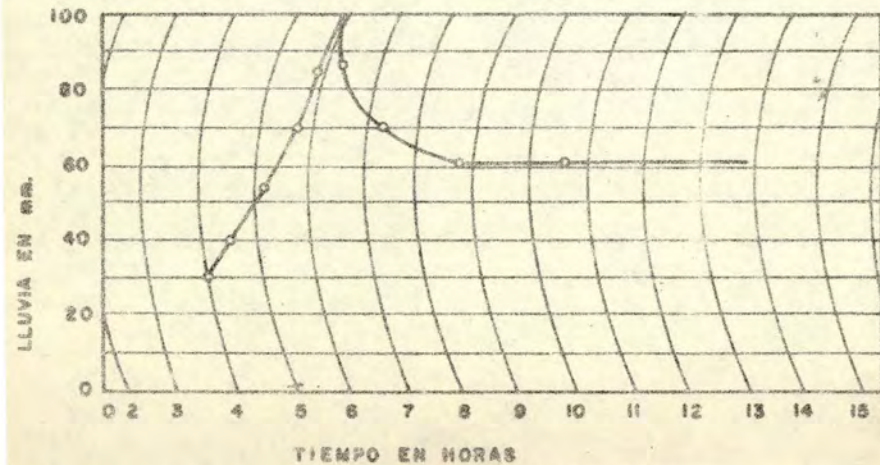


FIG. No 3 - REGISTRO PLUVIOMETRICO

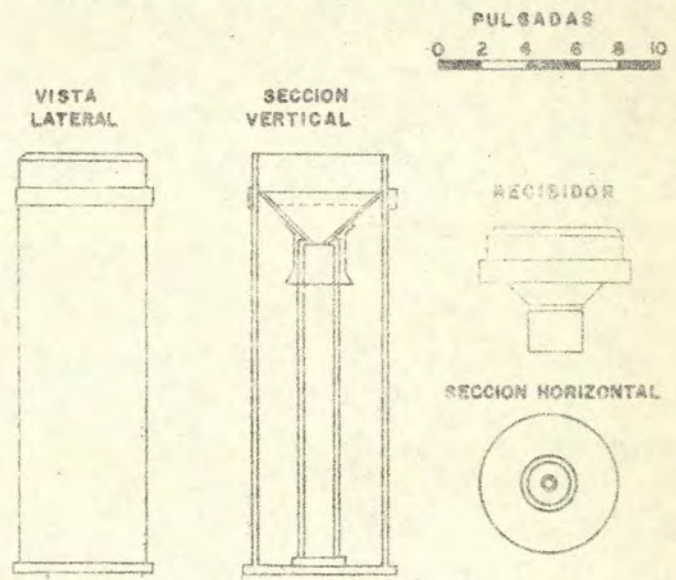


FIG. No 2 - PLUVIOMETRO "STANDARD"

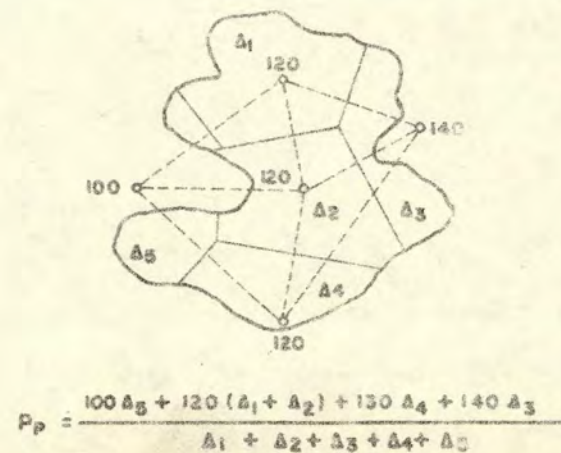


FIG. No 4 - POLIGONOS DE THIESSEN

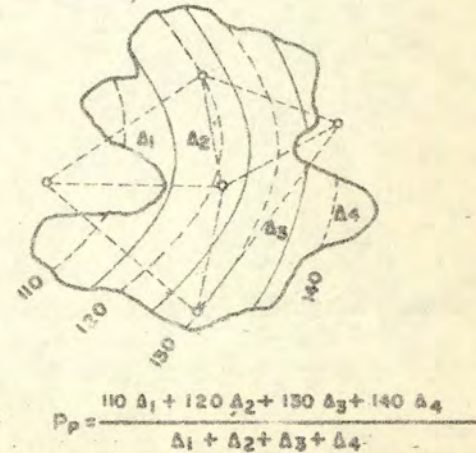


FIG. No 5 - CURVAS ISOHIETAS

MEDIDA DE LA PRECIPITACION

La precipitación se mide en milímetros o en pulgadas de agua que en un tiempo determinado han caído sobre un - área dada. El aparato usado para medir la precipitación se denomina pluviómetro, cuyo tipo "Standard" está constituido por un cilindro metálico de 8 pulgadas de diámetro y 24 pulgadas de longitud, dentro del cual se ajusta un embudo que descarga en un cilindro interior con diámetro de 2.3 pulgadas. De esta manera, el área del cilindro interior es 10 veces menor que el área superior del embudo y en consecuencia se multiplica por 10 el espesor de la lámina de agua recogida. La profundidad del agua en el cilindro se mide con una regla graduada en milímetros. La figura 2 ilustra la construcción de un pluviómetro de tipo "Standard". En la práctica, los registros pluviométricos deben hacerse diariamente a una misma hora.

Cuando se desea obtener datos sobre la intensidad y duración de las tormentas, será necesario instalar un pluviómetro registrador o pluviógrafo. Este aparato está - provisto de una aguja accionada por un flotador u otro - tipo de mecanismo, el cual registra la manera como se desarrolla la tormenta (lluvia) en un papel enrollado a un cilindro movido por un reloj. La figura 3 ilustra el registro de una tormenta obtenido con un pluviógrafo de tipo gravimétrico.

PRECIPITACION ANUAL

La precipitación anual representa el volumen total de agua que cae anualmente sobre una región o localidad dada. Este volumen total de precipitación varía considerablemente de un año para otro, por lo cual el dato correspondiente tiene una importancia limitada a menos que los registros se hayan tomado durante un número considerable de años y la información se analiza para determinar los límites de desvia-

ción correspondientes. La tabla 1 indica la desviación probable entre el promedio de varios períodos de registro y el promedio total de 30 años en un lugar de la zona Andina. El grado de desviación probable aumenta considerablemente a medida que disminuye la duración del período de registros.

Las precipitaciones máximas y mínimas pueden variar en un 50 - 60% por encima o por debajo del promedio total.

La precipitación total permite una clasificación muy general de las distintas regiones del mundo en zonas húmedas, sub-húmedas y desérticas, y ofrece una idea general en cuanto a la necesidad del riego y el valor promedio de la escorrentía en una zona determinada.

En la tabla No. 1 muestra la desviación de la precipitación media anual con relación al promedio de 30 años según la duración de los registros, en el área estudiada (promedio de 30 años, 1922 - 1952, 723 M.M.

TABLA No. 1

<u>No. de años</u>	<u>Desviación Standard</u>	
1	I	113
5	I	48
10	I	17
20	I	2
30	I	0

PRECIPITACION PROMEDIO SOBRE UNA AREA

Para obtener la precipitación promedia de una área determinada generalmente es necesario instalar varios pluviómetros, distribuidos en dicha área. En tales casos para obtener el promedio ponderado de la precipitación se procede a determinar el área de influencia de cada pluviómetro, por medio de los polígonos de Thiessen o se construyen curvas de nivel en topografía, las cuales ofrecen una representación gráfica de la forma como se distribuye la precipitación dentro del área.

Polígonos de Thiessen

Para determinar la precipitación promedia sobre una área con el uso de los polígonos de Thiessen, se asume que la precipitación caida sobre un punto cualquiera del área es igual a la precipitación recogida en el pluviómetro más próximo a dicho punto. Los polígonos se construyen como se ilustra en la figura 4, uniendo por líneas rectas los puntos de localización de los pluviómetros y trazando luego normales a dichas líneas. El área total quedará así dividida en áreas menores, cada una de las cuales representa la zona de influencia del pluviómetro. La precipitación promedia del área total estará dada por la siguiente relación:

$$P_p = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + \dots + P_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Curvas Isohietas

Las curvas Isohietas se construyen como las curvas de nivel en topografía, asumiendo que la precipitación entre dos pluviómetros varía en proporción con la distancia lo cual permite interpolar las curvas. La figura 5 ilustra este método. La precipitación promedia será obtenida como en el caso anterior sumando el producto de las áreas influidas por cada curva por el valor de la precipitación correspondiente y dividiendo por el área total.

Las curvas Isohietas se emplean también para mostrar cómo se distribuye la precipitación anual en un país o departamento. Los mapas así producidos permiten una apreciación general del fenómeno de la precipitación en la región considerada.

Precipitación Mensual

Una información sobre la distribución mensual de las lluvias permite diferenciar los períodos húmedos de los períodos secos. Puede así establecerse el régimen de las lluvias durante las diferentes épocas del ciclo anual y establecerse en consecuencia los probables requerimientos de riego o drenaje durante los períodos considerados.

Debe considerarse también aquí que la precipitación mensual varía considerablemente para un mismo mes en años diferentes de tal manera que cualquier predicción que vaya hacerse en este sentido será solo aproximada y sujeta a la desviación del promedio que se haya calculado con base en muchos años de registro. Las lluvias promedios mensuales en un área que se indica en la tabla No. 2, calculada con base en los registros de 32 años. En esta tabla puede observarse la tremenda desviación del promedio que ha de esperarse en los meses lluviosos del año.

En la tabla No. 2 se indica la precipitación media mensual y desviación "Standard" para un período de 32 - 33 años en el área de un lugar de zona andina:

TABLA No. 2

<u>Mes</u>	<u>No. de años</u>	<u>Precipitación Media M.M.</u>	<u>Desviación Standard</u>
Enero	32	131.5	37.1
Febrero	33	111.0	32.8
Marzo	33	114.2	44.6
Abril	33	52.7	22.8
Mayo	33	25.9	20.9
Junio	33	10.1	7.8
Julio	32	7.5	7.6
Agosto	32	14.8	12.1
Septiembre	32	46.6	22.5
Octubre	32	63.9	19.9
Noviembre	32	73.0	30.2
Diciembre	32	88.0	34.4

INTENSIDAD, DURACION Y FRECUENCIA DE LAS LLUVIAS

La intensidad de las lluvias representa la razón de caída de agua y generalmente se expresa en milímetros por hora. La duración es el tiempo transcurrido entre la iniciación y el término de una intensidad que se asume uniforme, y se expresa en minutos. La frecuencia representa al número

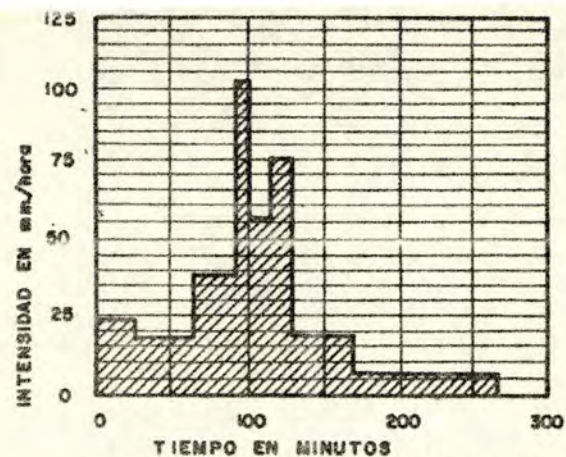


FIG. No 6 - HISTOGRAMA DE LA INTENSIDAD

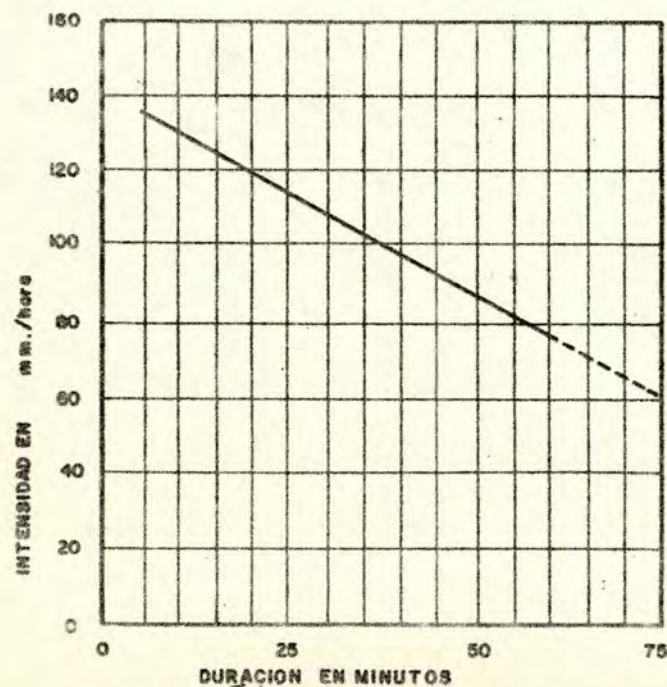


FIG. No 8 - INTENSIDADES MAXIMAS DE LA PRECIPITACION PARA PERIODOS DE DURACION DIFERENTE Y FRECUENTE DE 5 AÑOS EN CHINCHINA (COLOMBIA).

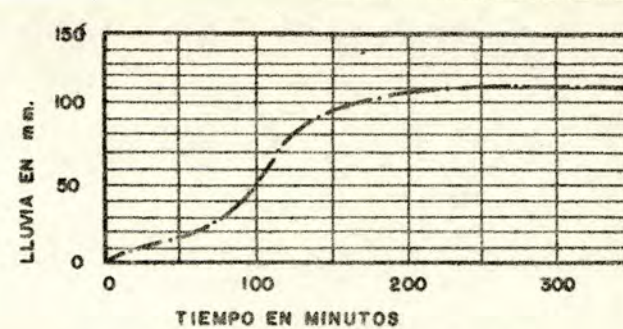


FIG. No 7 - DIAGRAMA DE MASAS

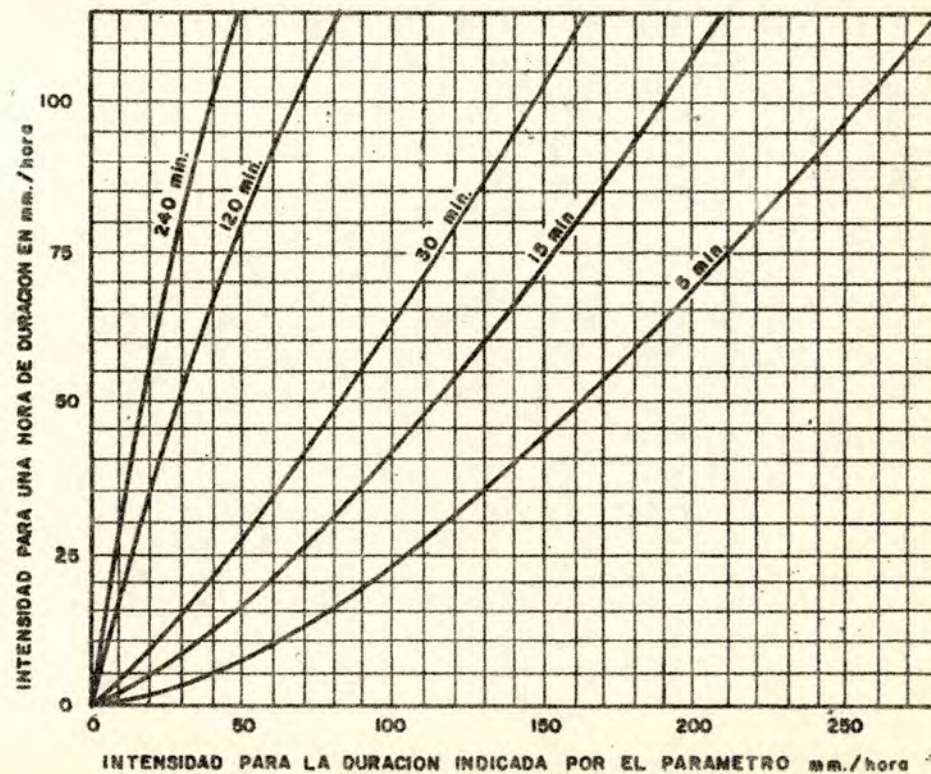


FIG. No 9

de veces que un fenómeno determinado puede ocurrir dentro de un lapso de tiempo conocido y usualmente se expresa en porcentaje. El intervalo de ocurrencia expresa el número probable de años que deben transcurrir para que ocurra un evento de intensidad o magnitud igual o mayor que la estudiada.

La intensidad, la duración y la frecuencia de las lluvias, constituyen valores importantes para establecer los elementos de diseño de las obras de riego y de drenaje, y para el control de erosión e inundaciones.

Aún no existen relaciones fijas entre la intensidad, la duración y la frecuencia de las lluvias; aún no existen relaciones fijas entre la intensidad, la duración y la frecuencia de las lluvias. Las siguientes reglas generales, han podido establecerse con base en la experiencia:

- 1o.- Las lluvias con alta intensidad, cubren en general áreas relativamente pequeñas y son de corta duración.
- 2o.- Las lluvias de larga duración cubren áreas relativamente grandes y caen con una baja intensidad.
- 3o.- La magnitud y la intensidad de las lluvias son inversamente proporcionales a la frecuencia con que ocurren.
- 4o.- No existe una relación constante entre el volumen total de la precipitación anual y la intensidad o la magnitud o el número de aguaceros (lluvias) que caen, en una localidad dada.
- 5o.- La precipitación anual media es un índice aproximado de la escorrentía total.
- 6o.- En las tormentas (lluvias) con menos de una hora de duración, del 65 al 95% de la lluvia cae en el período de máxima intensidad, el cual dura entre el 10 y el 40% de la duración total.

Con base en los registros de un pluviógrafo resulta posible analizar una tormenta dada, estableciendo la intensidad de la precipitación para distintos períodos de duración y cuando sea necesario elaborar el diagrama de masas correspondientes. Las figuras 6 y 7 representan las curvas de masa

y la intensidad de la precipitación correspondiente a la tormenta registrada en la carta pluviométrica de la figura No. 3. El diagrama de masas representa la curva acumulativa de la precipitación e indica el volumen total de agua caída en períodos consecutivos hasta el final de la lluvia. El histograma de intensidad muestra como ha variado la intensidad de la precipitación a través de toda la tormenta.

Para la preparación de todos estos gráficos conviene tabular la información suministrada por la carta pluviométrica. Para esto se selecciona en la carta pluviométrica los puntos en que varía la intensidad de la precipitación, lo cual no ofrece dificultad porque la pendiente de la curva es directamente proporcional a la intensidad de la precipitación.

Luego se tabularán los registros y los cálculos como se indica en tabla No. 3.

TABLA No. 3

ANALISIS DE UNA TORMENTA (Lluvia)

Hora	Intervalo Tiempo Min.	Tiempo acumulado Min.	Lluvia Intervalo Mm.	Lluvia acumulada Mm.	Intensidad Intervalo Mm/Hora
4:05					
4:30	25	25	10	10	24
5:10	40	65	13	23	19.5
5:35	25	90	16	39	38.4
5:45	10	100	17	56	102.0
6:00	15	115	14	70	56.0
6:10	10	125	13	83	78.0
7:05	55	170	17	100	18.6
8:00	95	265	10	110	6.3

Cuando sea necesario calcular las intensidades máximas para diferentes períodos definidos de duración, se procederá a - calcular primero la intensidad máxima ocurrida en cada duración considerada. Las intensidades máximas para diferentes períodos de duración correspondiente a la lluvia (tormenta) analizada en la tabla No. 3 se ofrecen en la tabla No. 4

TABLA No. 4

INTENSIDADES MAXIMAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE DURACION

Duración (Mn.)	5	-	15	-	30	-	60	-	120	-	240	-	480
Intensidad (mm/hora)	102	-	87	-	76	-	60	-	41	-	27	-	14

DETERMINACION DE LA FRECUENCIA

Con un análisis similar al realizado en el caso anterior, se efectúa para todas las lluvias (tormentas) caídas en un - año, será posible obtener las intensidades máximas de la precipitación para distintos períodos de duración en este año. Si este mismo análisis se ejecuta para todos los años de registro disponible, será entonces posible estimar la frecuencia probable de las intensidades máximas para los varios períodos de duración considerados. La frecuencia estará dada por la siguiente relación:

$$F = \frac{m}{N} 100 \quad \text{y} \quad T = \frac{L}{f} 100$$

f = Porcentaje de años durante los cuales ocurrirá un evento igual o mayor que el evento señalado por el ordinal m.

n = Número correspondiente al evento, cuya frecuencia se desea. Este número representa la magnitud relativa del evento.

N = Número total de eventos que se estudian.

t = Intervalo de ocurrencia para un evento con frecuencia f.

Con el análisis que se ha esbozado pueden obtenerse tablas que relacionen la intensidad de la precipitación con la duración y la frecuencia para una localidad o área determinada. La tabla No. 5 ofrece un ejemplo de las intensidades máximas de la precipitación para una zona donde se han registrado las intensidades de precipitación más altas con relación a otras estaciones meteorológicas.

TABLA No. 5

INTENSIDAD MAXIMAS EN mm./HORA
DURACIÓN EN MINUTOS

Frecuencia en años	5	15	30	60	120	240	480
2	188	132	99	63	38	23	11
5	213	155	114	76	46	28	13
10	224	165	124	81	51	30	16
25	246	183	137	94	63	36	19
50	259	190	147	102	67	41	22
100	277	208	162	114	81	46	26

La figura No. 8 representa las intensidades máximas de la precipitación para los períodos de duración diferente y para intervalo de ocurrencia de 5 (cinco) años en las proximidades de la ciudad de Manizales, Colombia.

La intensidad de la precipitación para una localidad determinada, en la cual se hayan realizado estudios, puede expresarse en función de la duración considerada por medio de una fórmula general para cada frecuencia, que tiene la forma siguiente:

$$I = \frac{a}{t + b}$$

I = Intensidad máxima de la precipitación en mm. para una duración

t = Período de duración considerada en minutos

a y b son constantes que varían según la localidad

Para una frecuencia de 5 años, los valores de a y b en la fórmula anterior, correspondiente a la granja experimental de Chinchiná, Colombia, son aproximadamente de 9750 y 66.8, respectivamente. Estos valores se han calculado con los datos de la tabla No. 5 y de la figura No.8, respectivamente.

Cuando se tiene la intensidad máxima de la precipitación para una duración determinada y se desea obtener la intensidad máxima de la precipitación para otra duración, Hathaway ha desarrollado el gráfico de la figura 9; así, si la intensidad máxima de la precipitación en una localidad fuera de 76 mm. por hora, la intensidad máxima para una duración de 15 minutos sería de 155 mm/hora.

VAPOR DE AGUA

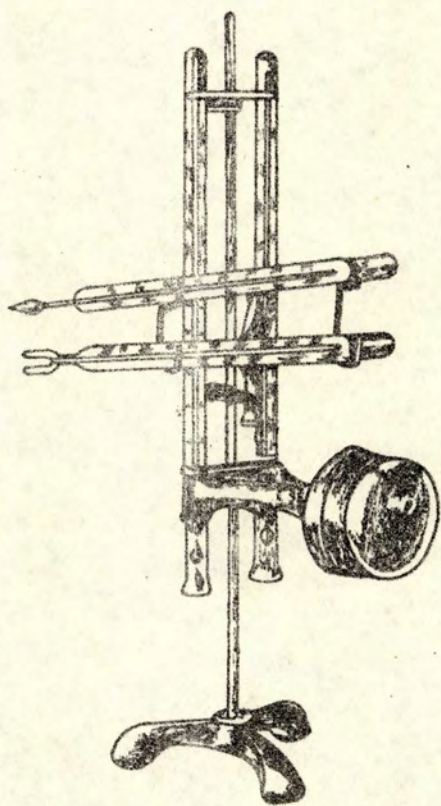
La humedad del aire se mide de varias maneras:

a - Por humedad relativa

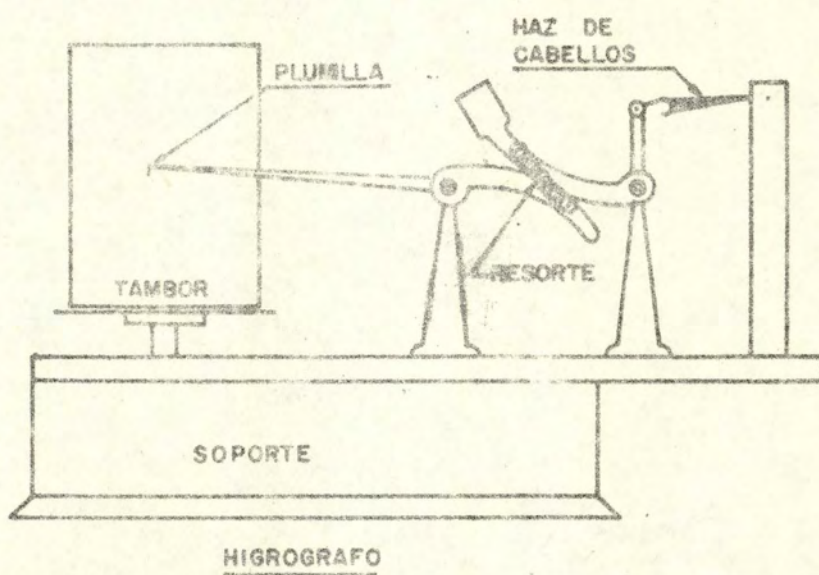
b - Por tensión del vapor de agua, que es una medida de energía.

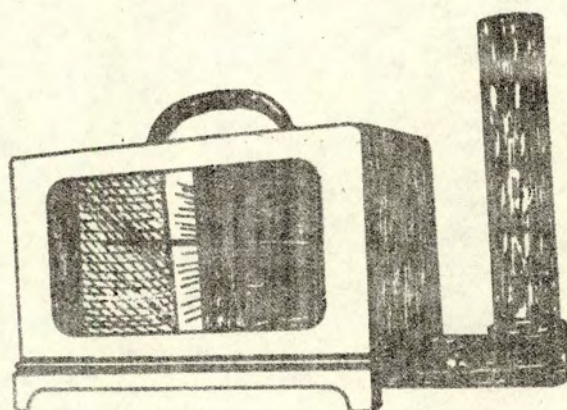
HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa del aire se expresa como un porcentaje. Es el porcentaje del vapor de agua contenido en el aire en un momento y a una temperatura dada, con relación a la cantidad de vapor de agua con que se saturaría el aire a esa -

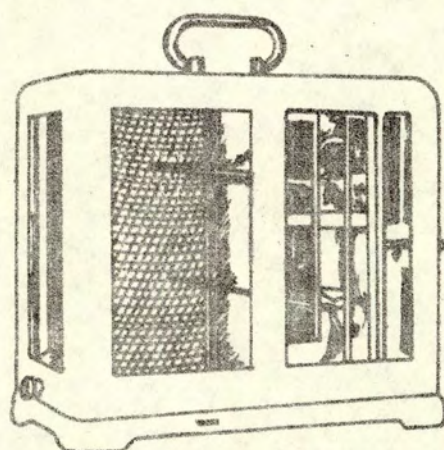


EL SICROMETRO

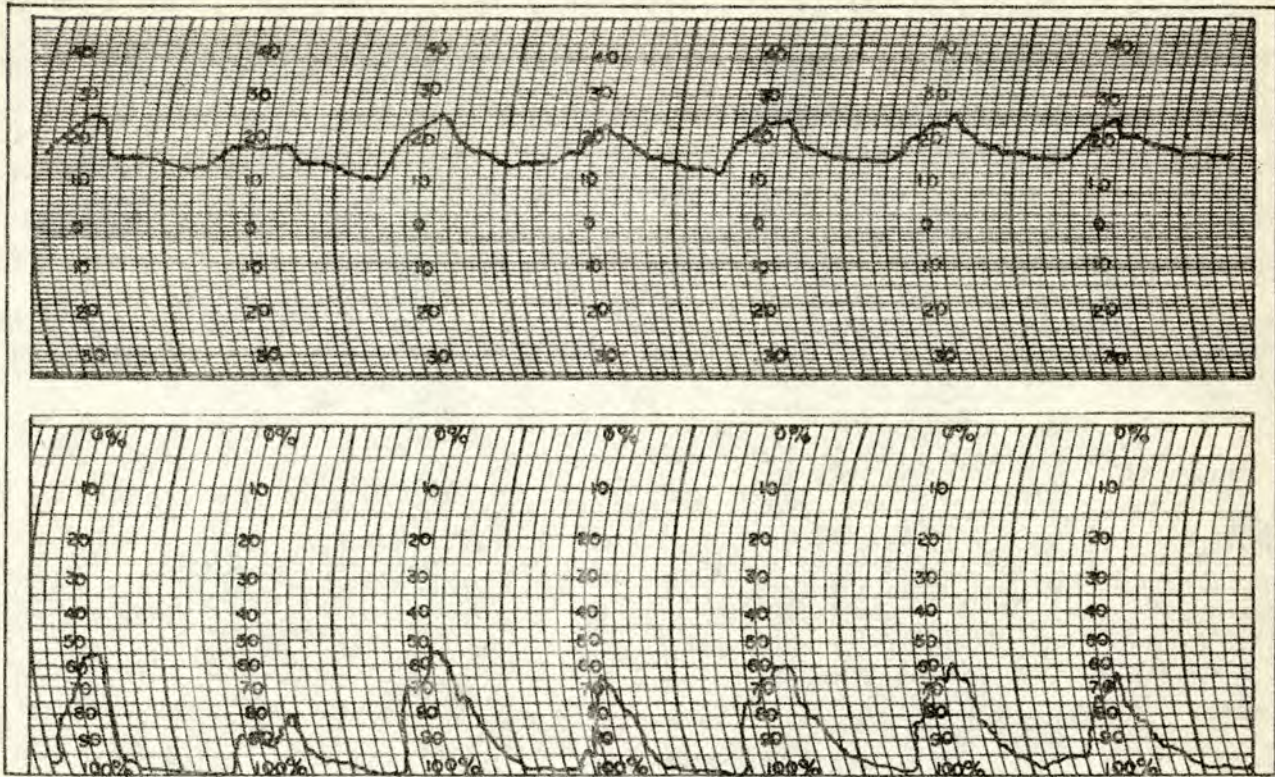




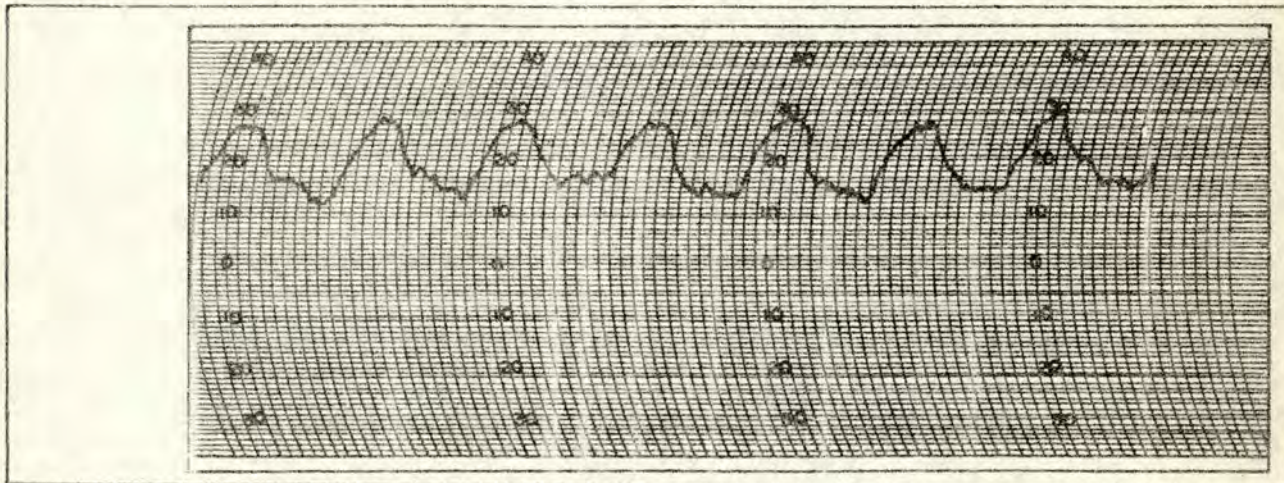
HIGROGRAFO



EL TERMOHIGROGRAFO



GRAFICA DE TERMOHIGROGRAFO
(1/3 DE SU TAMAÑO)



GRAFICA DE TERMOGRAFO
(1/4 DE SU TAMAÑO)

misma temperatura. Así, cuando se dice que en un sitio hay en determinado momento un 80% de humedad relativa, significa que (a la temperatura reinante en ese momento) con un 20% más de vapor de agua, el aire estaría saturado de vapor de agua.

El sigrómetro es el aparato que permite medir la humedad relativa o proporción de vapor de agua en el aire. Consta de dos termómetros de mercurio: uno de ellos marca la temperatura del aire (termómetro seco), y el otro se pone en agua o bajo gasa húmeda para que señale la temperatura del agua (termómetro húmedo). Ambos termómetros se leen simultáneamente. La lectura del termómetro húmedo se resta de la lectura del termómetro seco. Esta diferencia se lleva a tablas en que ya viene calculada la humedad relativa correspondiente puesto que consta de dos termómetros; lo que se lee en el sigrómetro son los termómetros. Con los datos de las dos temperaturas y con una tabla especial, se deduce la humedad relativa.

Para obtener curvas en que quede registrado el desarrollo continuo y las variaciones de la humedad relativa, se utiliza el Higrógrafo. También aquí hay un mecanismo de reloj que hace girar un tambor sobre el cual se monta una gráfica calibrada en unidades de tiempo (horas por ejemplo) y en % de humedad relativa. Sobre la gráfica actúa una plumilla entintada y accionada por un haz de cabellos de mujer rubia. Estos cabellos se contraen con la humedad y se dilatan con la sequía, haciendo subir o bajar la plumilla inscriptora.

El higrómetro es otro instrumento de lectura directa y generalmente funciona con cabellos de mujer rubia. Su escala está dividida en % de humedad relativa.

Con el higrómetro y el higrógrafo se lee y se registra directamente la humedad relativa, pero debido a lo delicado del haz de cabellos, cuya elasticidad se pierde rápidamente, estos aparatos se descalibran con frecuencia y hay que ajustarlos por medio del sigrómetro.

CALIBRACION Y CUIDADOS DE SICROMETRO
E HIGROGRAFO

Con el sicrómetro deben tenerse los mismos cuidados que con los termómetros; es decir, calibrarlos con un termómetro patrón, examinar con frecuencia si la columna de mercurio se ha fraccionado y además, observar las siguientes normas:

- 1 - Los cabellos que son el órgano sensible, se encuentren limpios. Para mayor seguridad deben lavarse con alcohol de alta graduación o con éter; esta limpieza debe hacerse cada ocho (8) días, pero debe hacerlo una persona con suficiente práctica y obrando con sumo cuidado.
- 2 - Debe comprobarse la amplitud del instrumento, en la forma siguiente:

Determinar el punto cero, colocando el aparato, bajo una campana de vidrio, herméticamente cerrada y colocando dentro de ella, un recipiente, poniendo una sustancia higroscópica para que absorba la humedad total, como cloruro de calcio o ácido sulfúrico. Se deja por espacio de algunas horas y luego de determinar el punto cero, se procede a comprobar el punto 100, sacando el aparato de la campana, y envolviendo el órgano sensible en una tela de franela o fieltro, que se encuentre bien impregnada de agua; se deja también por algunas horas, hasta que se note que la pluma está estacionada en ese punto. Es conveniente buscar un día seco para hacer esta comprobación. Si la amplitud no coincide con estos puntos, hay que acortar o alargar el juego de palancas, de la siguiente manera:

- 1 - Observar si la palanca de la pluma tiene demasiado roce con el cilindro donde está colocada la banda; para ello, se inclina el aparato un poco hacia adelante y si se nota que no se separa, mover el tornillo de presión para separarla.
- 2 - Examinar el juego de palancas, para observar si tiene sensibilidad y en caso de no tenerla aflojar los tornillos que la gobiernan.

La calibración como se dijo al principio, se hace con el -

sicrómetro, calculando con éste, la humedad relativa, mediante las tablas sicrométricas. El procedimiento es el siguiente: se hace la diferencia entre el termómetro seco y el termómetro húmedo; se busca en las tablas sicrométricas, en la columna horizontal superior, las cifras más aproximadas a la diferencia que se ha calculado, luego en la columna vertical que trae las temperaturas del termómetro húmedo que se encuentra a la izquierda de las tablas, se busca la temperatura que marcó dicho termómetro y en la intersección de estas líneas, se encuentra la humedad relativa y la tensión del vapor.

Con ábacos también se puede hacer este mismo cálculo, haciendo la diferencia entre los dos termómetros y buscando en el ábaco, la línea de intersección de esta diferencia, con la temperatura del termómetro seco.

Cuando se calibra el higrógrafo en la gráfica deben consignarse las mismas especificaciones descritas para el termógrafo.

- 3 - Revisar el comportamiento del reloj registrador, dejándolo funcionar por lo menos durante unas 24 horas, y comparándolo con un reloj patrón; si se nota que se atrasa o adelanta se mueve la pieza del volante hacia la derecha hasta la letra "S" y hacia la izquierda hasta la letra "F", cuando se atrase; naturalmente este movimiento debe ser de poco espacio y se debe repetir la observación y el control con el reloj patrón, hasta lograr su funcionamiento correcto.
- 4 - En muchos casos el atraso en los relojes registradores, se debe a que no se ha tenido en cuenta el movimiento muerto del engranaje del piñón con la rueda dentada del eje del cilindro; por lo tanto debe desplazarse el cilindro hacia la izquierda y luego lentamente moverlo a la derecha hasta que se note que no hay tope y señale la hora exacta de acuerdo con el reloj patrón.
- 5 - Vigilar que la pluma esté limpia y que la hendidura de esta no esté muy cerrada; si lo estuviera, debe pasarse una laminilla fina de metal a través de ella. La limpieza de la pluma debe hacerse con alcohol por lo menos cada 15 días.

- 6 - La tinta que se emplea, tiene que secar rápidamente para registradores diarios, por lo tanto no debe ser espesa, pero en cambio para registradores de movimiento lento debe ser más espesa.

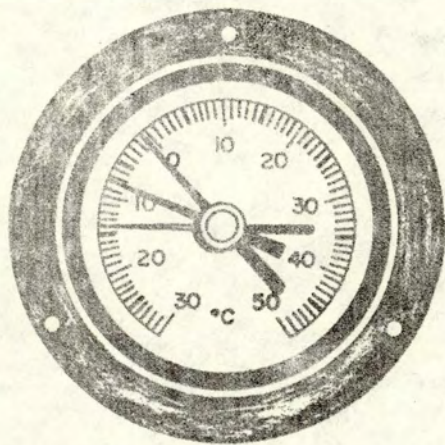
Habiendo hecho las anteriores revisiones, se procede a colocar la banda de registro para la calibración habiendo anotado en ella lo siguiente:

- 1 - Nombre de la estación, lugar, fecha y hora en que se coloca, nombre o iniciales de la persona encargada y tener en cuenta al quitarla, notar nuevamente la fecha y la hora.
- 2 - Se lee luego, el termómetro seco y se coloca la pluma sobre el tambor del termógrafo a la altura que corresponde a la señalada por el termómetro seco, mediante el tornillo de corrección del instrumento; a medida que se mueve el tornillo, deben darse golpes suaves con la yema de los dedos sobre la caja, para vencer cualquier resistencia.
- 3 - Se anota la corrección y la fecha, y luego con un lápiz se mueve suavemente el brazo de la pluma, con el fin de saber la hora en que se hizo la observación quedando registrado sobre la banda un pequeño trazo vertical; esta misma operación debe hacerse cada vez que se hagan lecturas del termómetro seco, con el fin de que al hacer la evaluación de la gráfica, se pueda hacer la corrección comparándola con la lectura directa.

Muchas veces, no obstante haberse calibrado con las observaciones directas, los registros de la máxima y de la mínima muestran una diferencia con el registro del termómetro; esto se debe a que el juego de palancas, por construcción de fábrica, no tienen la amplitud requerida; o da mucha amplitud, o lo contrario.

Para remediar este inconveniente, debe procederse con cuidado; si es poca amplitud, se aparta el brazo menor, que la - unida al órgano sensible y al brazo donde va la pluma; en caso contrario, se larga este brazo y la amplitud será menor.

Los valores que se obtienen con el termógrafo, deben someterse a corrección, pues siempre puede existir error, por exceso



TIPO DE TERMOMETRO
DE MAXIMA Y MINIMA

o por defecto y para ello se deja la marca en la banda al hacer la lectura del termómetro seco, en los diferentes intervalos de observación.

LA ENERGIA, SUS MANIFESTACIONES Y MEDIDAS

Le energía se mide principalmente en:

- 1.- Temperatura
- 2.- Brillo solar
- 3.- Calorías
- 4.- Tensión de vapor de agua
- 5.- Vientos
- 6.- Presión atmosférica
- 7.- Evaporación del agua

1.- La Temperatura

a) Temperatura Media:

En Colombia la temperatura promedia de un lugar depende principalmente de la altura sobre el nivel del mar (altitud) y varía muy poco de mes a mes y menos aun de año a año.

La unidad de medida usada es el grado centígrado ($^{\circ}\text{C}$)

b) Temperaturas Extremas:

En Colombia se observa una alta variación entre las temperaturas mínima y máxima. Esta variación crece con la altitud y con la ausencia de nubes en el cielo. Así, hay mayor diferencia entre temperaturas extremas en el Nevado del Ruiz que en el litoral Atlántico y hay mayor diferencia entre temperaturas extremas en "Verano" (cielo despejado, humedad relativa baja) que en "Invierno" (cielo nublado, humedad relativa alta).

La temperatura máxima se lee en termómetros de mínima (de alcohol).

Llámase termógrafo al aparato registrador dotado de mecanismos de reloj que inscribe en una gráfica calibrada en grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$) y en unidades de tiempo el desarrollo continuo de la temperatura. Funciona a base de una caja metálica, al vacío, que se dilata con el calor y se contrae con el frío, y acciona una aguja inscriptora.

El higrotermógrafo, registra a la vez y como su nombre lo indica, la temperatura y la humedad. Tiene por tanto dos agujas inscriptoras y una cinta doble. Al igual del higrotermógrafo, existen otros aparatos de registro múltiple, como el Baro-termógrafo.

c) Las Heladas

Ocurren a causa del descenso de la temperatura por debajo de 0 grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$). Suelen presentarse en Colombia en localidades situadas a 2.500 metros o más de altura sobre el nivel del mar y en noches despejadas, especialmente en "Verano", cuando la capa protectora de nubes está ausente y hay gran radiación de calor de la tierra a la atmósfera.

El vapor de agua del aire puede condensarse en forma de escarcha y el jugo celular de las plantas se cristaliza, liberando energía y ocasionando quemazones en los tejidos vegetales. Se acostumbra combatir las heladas mediante nubes de humo (hogueras o quemadores) o mediante riegos enérgicos antes de las heladas.

El humo consta de partículas que ayudan a que el vapor de agua del aire se condense en forma de llovizna y no de escarcha y contribuye a caldear la atmósfera y a formar una capa gaseosa protectora contra la irradiación de energía de la tierra hacia el aire.

El agua aplicada en forma de riego al suelo y sobre las plantas, forma una lámina protectora contra la irradiación de energía de la tierra hacia el aire; se trata de utilizar aquí el hecho de que el agua se enfría o se calienta más lentamente que la tierra por aquello de los calores específicos de los diversos materiales.

Las curvas obtenidas de los termógrafos señalan un hecho -- muy general en Colombia, en el trópico y en el mundo. La temperatura mínima ocurre generalmente un poco antes de la salida del sol y la temperatura máxima se observa unas horas después de que el sol ha alcanzado su cenit.

Hans Trojer ha demostrado que la variación de las temperaturas extremas es menor en hondonadas rodeadas de montañas y es mayor en las cimas de los cerros y de las cordilleras.

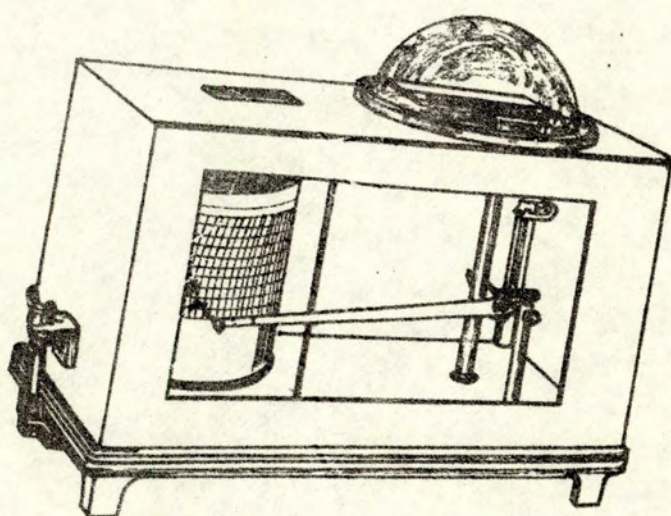
Es más importante para nosotros llevar registros de las temperaturas extremas que de las temperaturas medias. Tratemos de explicarlo con un ejemplo de la realidad colombiana:

En alguna zona del macizo de "El Cocuy" se comprobó que la temperatura media era de 13 grados centígrados (°C). Esto hizo pensar a alguien en la cría de ovejas para esa zona, porque se informó de la existencia de grandes hatos de ovinos, criados en Inglaterra a esa misma temperatura media. Hizo importar sus soñadas ovejas, y todas murieron de pulmonía. Hubo aquí, entre otros, los siguientes errores:

- 1o.- En Inglaterra se pasa de una estación a otra lenta, paulatinamente, y hay defensa contra situaciones extremas de frío y calor. En el Cocuy pueden ocurrir variaciones de 30 grados centígrados (°C) en 24 horas
- 2o.- De un clima con cambios suaves las ovejas pasaron sin previa aclimatación, a soportar cambios bruscos. En Colombia hay ovejas en varios páramos, pero llevan años y aun siglos de aclimatación, o han sido llevadas de climas donde hay cambios igualmente bruscos.
- 3o.- Las ovejas de marras eran productoras de lana, la lana es una proteína. La producción de proteína animal requiere los mejores pastos y una ración alimenticia suplementaria. Pero en nuestros páramos, y el Cocuy no es una excepción, los pastos son pura y rígida celulosa.

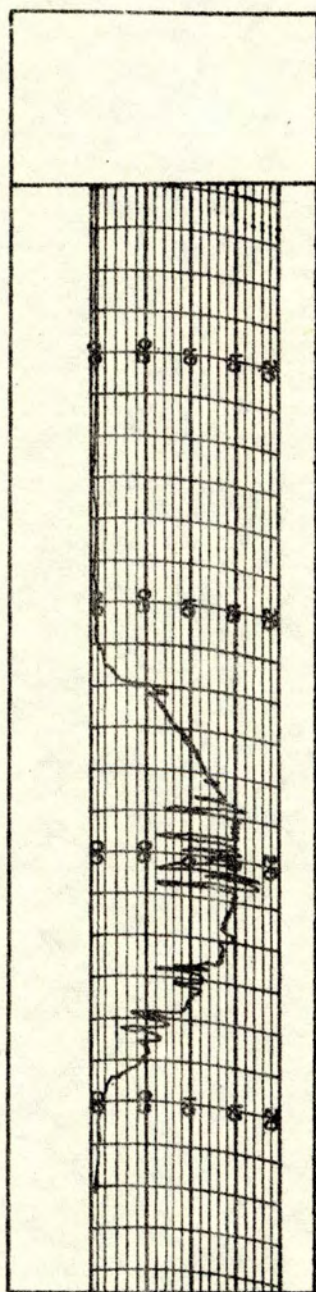
BRILLO SOLAR Y NUBOSIDAD

La mensura del brillo solar se puede hacer con un heliógrafo, consiste este aparato de un lente de cristal que enfoca

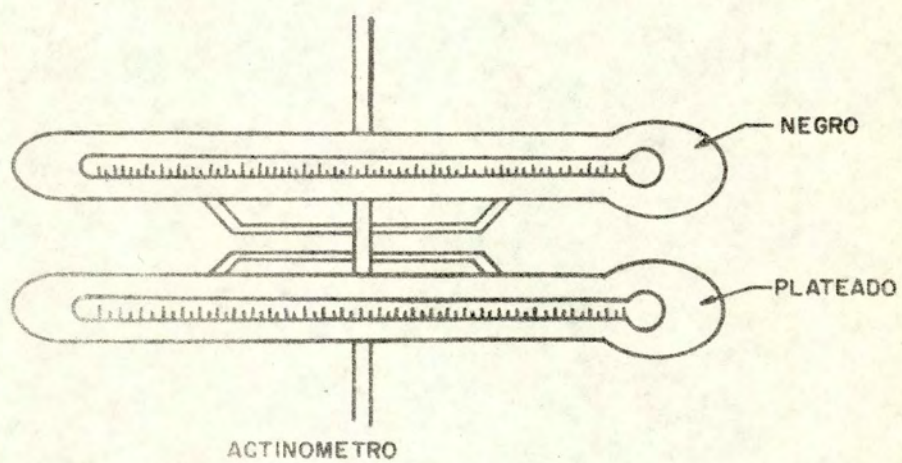


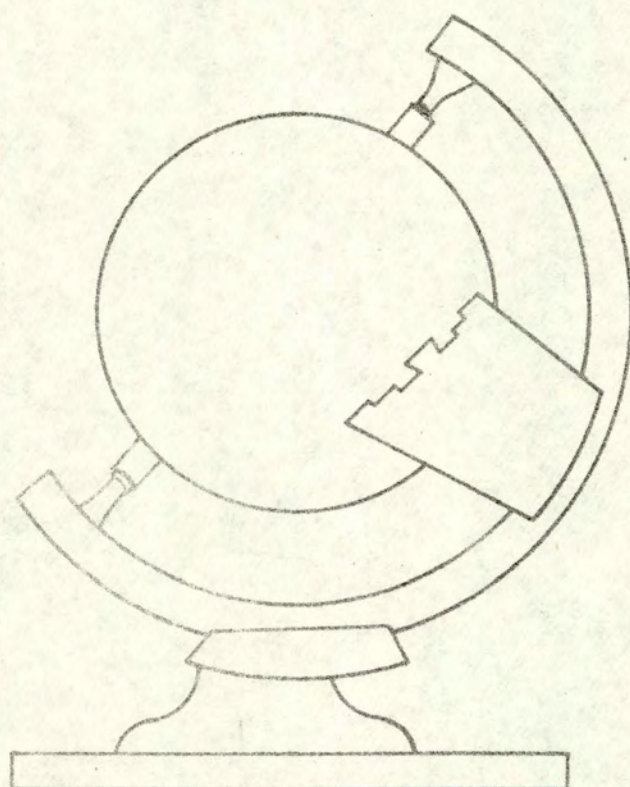
ACTINOGRARO

- 21 B-

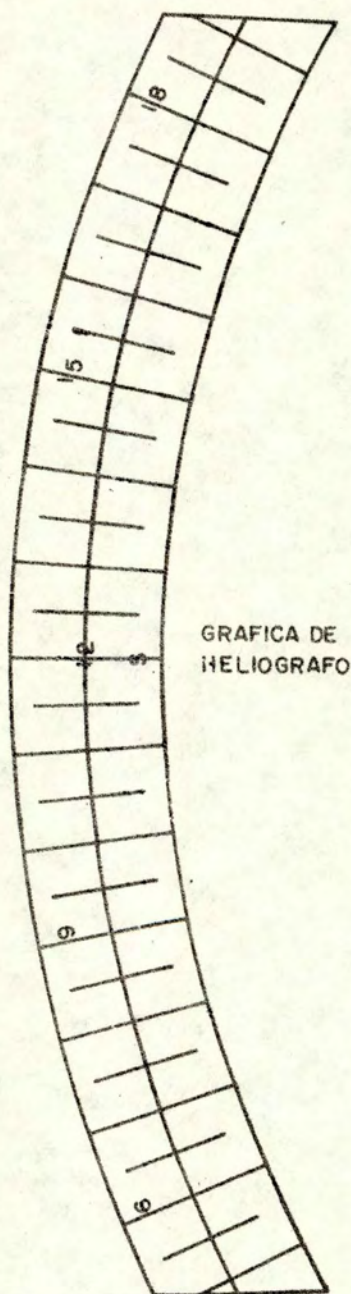


GRAFICA DE ACTINOGRFO





HELIOGRAFO



GRAFICA DE
HELIOGRAFO

un haz de luz sobre una tira de papel, quemándola si hay luz directa solar.

El heliógrafo no es sensible a la luz difusa. La tira de papel o gráfica va dividida en unidades de tiempo (Horas), permitiendo así saber cuántas horas y décimos de hora brilló el sol sobre una localidad durante un día.

Esta información es muy útil. Por ejemplo, la palma africana necesita un mínimo anual de 1.200 horas de brillo solar, además de otras condiciones.

La nubosidad está íntimamente relacionada con el brillo solar. Esto cualquiera lo ha observado.

La nubosidad se mide por décimos o por octas:

a) Por Décimos:

Es este sistema más difundido en Colombia, consiste en dividir el cielo que cubre el observatorio meteorológico en diez partes iguales. El operador del observatorio calculará con sano criterio cuántos décimos de cielo están ocupados en un momento dado.

b) Por Octas:

Es decir, por octavas partes cuando el cielo se divide en cuatro cuadrantes y cada cuadrante en dos partes iguales. El operador calculará cuántas partes de cielo están ocupadas por nubes en el momento de la observación.

Se acostumbra en Colombia anotar la nubosidad cada dos horas.

CLASIFICACION Y TIPOS DE NUBES

Las nubes son indicadores eficaces de las condiciones del tiempo y por tanto es importante para el estudio de la geografía física unos conocimientos elementales acerca de ellas. Las formas y aspectos de las nubes son elementos -

que integran el paisaje físico de las regiones. Ciertas regiones y tipos de clima se caracteriza por sus tipos de nubes, en las distintas estaciones. En la previsión del tiempo del próximo día, el conocimiento superficial de los tipos de nubes puede ser de alguna utilidad.

La clasificación que sigue es la adoptada universalmente.

Grupo A

Nubes altas (altitud mínima, 6.000 metros)

1.- Cirrus = Cirros.-

Todas las nubes de este grupo, de altitudes tan elevadas, están compuestas de cristales de hielo y no de gotas de agua. Los cirros son nubes que se nos presentan como plumas de ave, de apariencia ligera y fibrosa, blancas y, de ordinario son sombras. A la puesta de sol suelen adquirir colores brillantes. Si toman la forma de conjuntos irregulares, crestas, indican buen tiempo. Cuando se presentan bandeadas o asociadas con cirros-estratos o alto -estratos en general son heraldos de mal tiempo.

2.- Cirro - Cúmulos.-

Son en forma de menudas acumulaciones de copos blancos o masas redondeadas, generalmente poco extensas y sin sombras. Estas nubecillas suelen agruparse en líneas o, con más frecuencia, formando bucles. Su aspecto es el que se llama de cielo aborregado.

3.- Cirro - Estrato.-

Forman como un velo transparente y blanquecino, que da al cielo un aspecto lechoso, no arrojan sombras ni tienen espesor suficientemente para oscurecer la luz del sol, pero suelen formar halos, en el sol o en la luna. Suelen anunciar tormentas próximas.

Grupo B

Nubes Medias (2.000 a 6.000 metros de altitud)

4.- Alto Cúmulos

Son masas globulares distribuídas en capas planas. También es corriente su disposición en ondas o líneas. Se diferencian de los cirro - cúmulos en que se nos presentan como - grandes manchas, con sombras oscuras y perfectamente definidas en su parte inferior.

5.- Alto Estratos

Se presentan como velos grises o azulados que con frecuencia tienen estructura fibrosa o estriada. Parecen cirro-estratos de gran espesor y a menudo se mezclan con ellos. - Aunque se suelen presentar manchas de estas nubes de espesor considerable. Para ocultar completamente el sol o la luna, de ordinario estos astros lucen a través de ellas, aunque débilmente. Es frecuente que siga a los alto-estratos precipitación relativamente sostenida y en una gran extensión.

Grupo C

Nubes Bajas (desde la superficie a 2.000 metros de altitud)

6.- Estratos Cúmulos

Masas globulares o arrolladas de nubes, con intervalos brillantes. En general, se agrupan regularmente, como los alto cúmulos, pero son de dimensiones mucho mayores. Su color aparente en gris claro, con partes más oscuras.

7.- Estratos

Se presentan de color gris claro uniforme con aspecto de nieblas, pero no desacansan en la superficie. Solamente dan origen a lloviznas ligeras.

8.- Nimboestratos

Son nubes densas, sin forma definida, con frecuencia en giros, que originan lluvias. Sin embargo, la precipitación no se forma necesariamente en una nube clasificada como nimboestrato. Son más oscuras que los estratos y su parte no está bien definida ni se agrupan con regularidad como estratos cúmulos.

Grupo D

Nubes de Origen Vertical (desde 500 metros hasta el nivel de los cirros)

9.- Cúmulos

Son nubes de origen vertical, espesas, de base horizontal y rematadas en protuberancias en forma de coliflor. Si se les observa a plena luz del sol, presentan grandes contrastes de luz y sombra. Miradas a contra luz, aparecen sombrías, pero suelen presentar bordes brillantes. Los cúmulos constituyen una prueba de fuertes corrientes convectivas ascendentes, y esta surgencia de aire se puede observar en el "hervidero" de la protuberancia. Muchos cúmulos indican buen tiempo, pero pueden llegar a tal altura que se transforman en cúmulo nimbos, origen de lluvias tempestuosas.

10.- Cúmulo Nimbos

Son cúmulos muy desarrollados, que al llegar a grandes altitudes, pierden su protuberancia en forma de coliflor. Su protuberancia suele extenderse en forma de yunque o martillo. Estas nubes originan verdaderos diluvios, vientos fuertes, relámpagos, truenos y a veces granizo.

El Nimbo, que no aparece en la descripción que se acaba de citar, es una capa de nubes de aspecto casi uniforme, formada por cúmulos confundibles, color gris o negro y de bordes desgarrados. Es pues una nube de origen vertical.

Calorías

Las calorías que recibe una localidad por efecto de la radiación solar pueden también determinarse. El actinómetro cumple esta función.

El actinómetro es un instrumento de lectura directa y consta de dos termómetros de mercurio: uno de ellos tiene bulbo o depósito plateado, y es reflector de energía; el otro posee depósito o bulbo negro y es absorbente de energía. Ambos termómetros van calibrados en calorías menores por centímetro cuadrado y se leen simultáneamente.

La diferencia entre ambas lecturas permite conocer las calorías menores por centímetro cuadrado que recibe del sol una localidad en un momento dado.

El actinógrafo es un instrumento de registro que inscribe en una gráfica calibrada el desarrollo de la irradiación solar. Funciona a base de un elemento bimetálico que acciona una aguja inscriptora y está calibrado en calorías menores por centímetro cuadrado. Sobra decir que tiene mecanismo de reloj.

El termómetro negro y brillante, que forman el actinómetro, se colocan sobre un pilar de 1.20 metros de altura sobre el suelo, por 30 x 30 cm. de lado, instalados en un soporte. - Al instalarse deben quedar los bulbos, paralelos al Ecuador.

El actinógrafo puede ir en el mismo pilar que está instalado el actinómetro, teniendo cuidado de que no se interce--ten las placas que forman el órgano sensible, que sirve para medir la intensidad de la luz.

TENSION DEL VAPOR DE AGUA

Hablando de vapores y de gases, tensión es fuerza de expansión. La unidad de medida en este caso es el milímetro de mercurio (mm Hg).

La tensión del vapor de agua en el aire se mide por medio del sicrómetro en la misma forma que para la humedad relativa en las tablas sicrométricas aparece la tensión del vapor al lado de la humedad relativa.

Uso de Tabla Sicrométrica

El cuadro No. 1 muestra parte de una tabla sicrométrica. - Supongamos que un observador desee conocer la tensión del vapor de agua o la humedad relativa del ambiente en un momento dado. Acude al sicrómetro y observa que el termómetro seco marca 17.8 grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$) y que el termómetro húmedo señala 15.8 grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$). La diferencia sicrométrica será $17.8 - 15.8 = 2.0$ grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$). Luego se consulta las tablas sicrométricas y -

TERMOMETRO HUMEDO, t'	DIFERENCIAS ENTRE EL TERMOMETRO SECO Y EL HUMEDO t-t'											
	1°,2		1°,4		1°,6		1°,8		2°,0		2°,2	
	TENSION DEL VAPOR	HUMEDAD RELATIVA	TENSION DEL VAPOR	HUMEDAD RELATIVA	TENSION DEL VAPOR	HUMEDAD RELATIVA	TENSION DEL VAPOR	TENSION DEL VAPOR	HUMEDAD RELATIVA	HUMEDAD RELATIVA	TENSION DEL VAPOR	HUMEDAD RELATIVA
°	mm.		mm.		mm.		mm.		mm.		mm.	
0	3.89	78	3.77	74	3.65	71	3.53	67	3.41	64	3.29	61
1	4.23	79	4.11	75	3.99	72	3.87	69	3.75	66	3.63	63
2	4.59	80	4.47	76	4.35	73	4.23	70	4.11	67	3.99	65
3	4.97	80	4.85	77	4.73	74	4.61	71	4.49	69	4.37	66
4	5.38	81	5.26	78	5.14	75	5.02	73	4.90	70	4.78	67
5	5.82	82	5.70	79	5.58	77	5.46	74	5.34	71	5.22	69
6	6.28	83	6.16	80	6.04	77	5.92	75	5.80	72	5.68	70
7	6.77	83	6.65	81	6.53	78	6.41	76	6.29	73	6.17	71
8	7.29	84	7.17	81	7.05	79	6.93	76	6.81	74	6.69	72
9	7.85	84	7.73	82	7.61	80	7.49	77	7.37	75	7.25	73
10	8.44	85	8.32	83	8.20	80	8.08	78	7.96	76	7.84	74
11	9.07	86	8.95	83	8.82	81	8.70	79	8.58	77	8.46	75
12	9.73	86	9.61	84	9.49	82	9.37	80	9.25	78	9.12	76
13	10.43	86	10.31	84	10.19	82	10.07	80	9.95	78	9.83	76
14	11.18	87	11.06	85	10.94	83	10.81	81	10.69	79	10.57	77
15	11.97	87	11.85	85	11.73	83	11.60	81	11.48	80	11.36	78
16	12.80	88	12.68	86	12.56	84	12.44	82	12.32	80	12.16	78
17	13.69	88	13.57	86	13.44	84	13.37	83	13.20	81	13.78	79

FRAGMENTO DE UNA TABLA SICROMETRICA

lee que a 16 centígrados ($^{\circ}\text{C}$) en el termómetro húmedo (que es de 2.0 grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$), corresponden 12.3 milímetros (M.M.) de tensión del vapor y 80 por ciento de humedad relativa.

VIENTOS

Los vientos son masas de aire en movimiento. Se cuantifican y califican por medio de vectores es decir, por unidades que expresan fuerza y dirección. Las veletas dan la dirección del viento con respecto a los puntos cardinales. Con base a estos puntos se construye La Rosa de los Vientos.

La punta más delgada de la veleta (flecha) señala la dirección de donde viene el viento y este es el dato que anota el operador del observatorio.

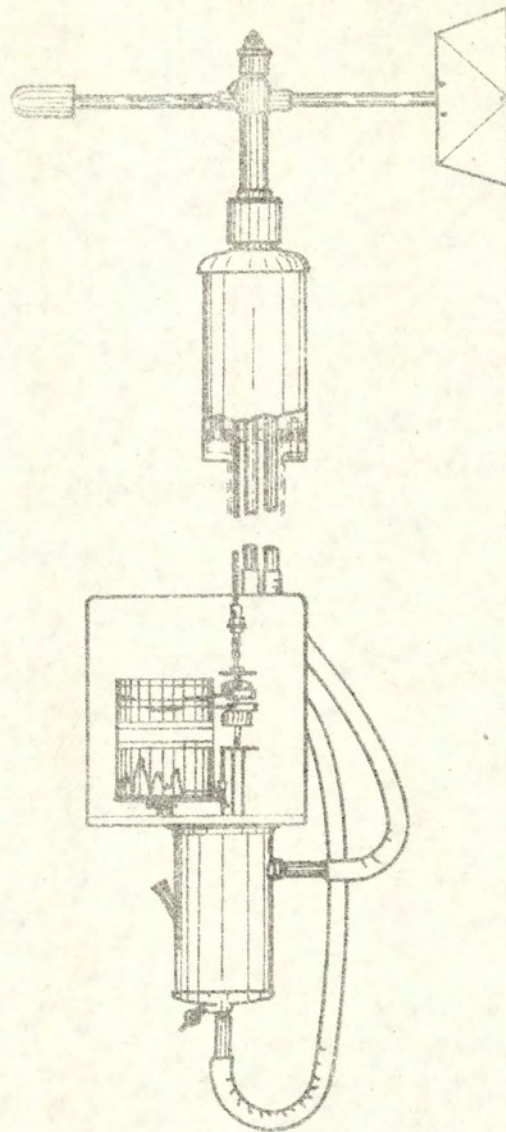
La Rosa de los Vientos más usada en Colombia es la de ocho direcciones: N, NE, E, SE, SW, W, NW.

El anemómetro y la veleta suelen ser construídos en una sola unidad de lectura directa.

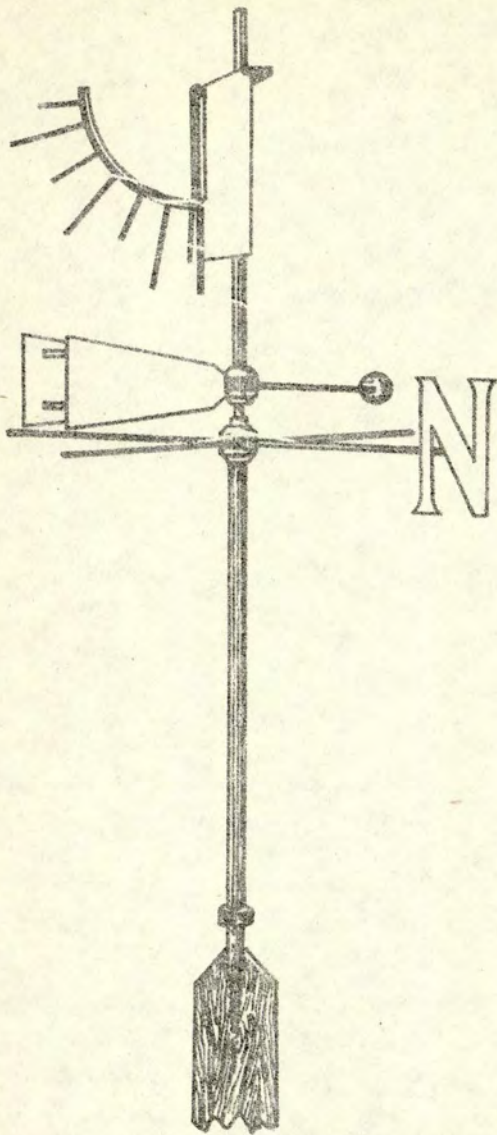
El anemómetro sirve para medir la fuerza del viento. Generalmente los anemómetros vienen calibrados según la escala de - Beaufort.

El anemógrafo es un instrumento de registro que consta de veleta y cámara de aire. Este aparato inscribe una curva continua en una gráfica calibrada en unidades de tiempo, dirección del viento y velocidad del mismo.

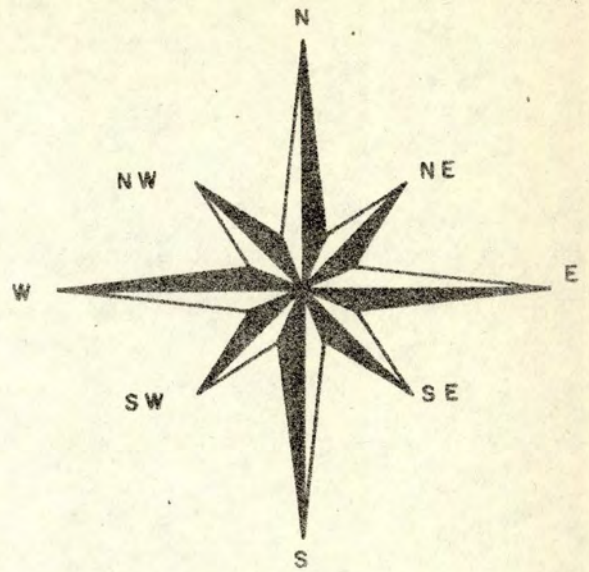
En Colombia se usa el kilómetro por hora como unidad de velocidad del aire.



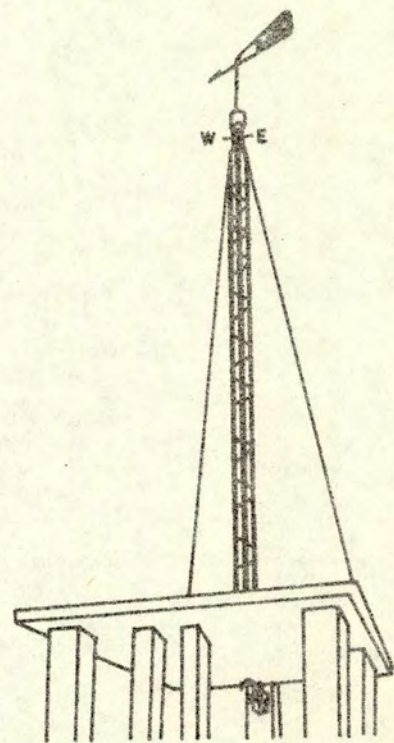
ANEMOGRAFO



VELETA



ROSA DE LOS VIENTOS



ANEMOMETRO Y VELETA

ESCALA DE BEAUFORT

NUMERO DE BEAUFORT	DESCRIPCION		VELOCIDAD DEL VIENTO EN KILOMETROS/HORA
0	CALMA	EL HUMO ASCIENDE VERTICALMENTE	MEJOS DE 1
1	AIRE LIGERO	EL HUMO SENALA SUAVEMENTE LA DIRECCION DEL VIENTO	2 - 5
2	BRISA LIGERA	LAS HOJAS SUSURRAN	7 - 12
3	BRISA SUAVE	LAS BANDERAS ONDEAN	13 - 18
4	BRISA MODERADA	PAPELES QUE SE LEVANTAN	19 - 26
5	BRISA FRESCA	ARBOLITOS QUE SE MECEN	27 - 35
6	BRISA FUERTE	MOVIMIENTO DE RAMAS GRUESAS. SILBIDO DE LOS ALAMBRES DE ENERGIA	36 - 44
7	VIENTO MODERADO	TODOS LOS ARBOLES SE MUEVEN	45 - 55
8	VIENTO FRESCO	DIFICIL CAMINAR	56 - 66
9	VIENTO FUERTE O VENTARRON	SALTAN LOS LADRILLOS DE LAS CHIMENEAS	67 - 77
10	TEMPORAL	ARBOLES DERRIBADOS	78 - 90
11	TORMENTA TEMPORAL	DESTRUCCION	MAS DE 106
12	HURACAN	POCOS QUEDAN PARA CONTARLO	

VERIFICACION DEL ANEMOGRAFO

Para controlar un anemógrafo de succión, que mide la rafagiosidad del viento, de operarse de la siguiente manera:

1.- Dejar en su puesto los contrapesos normales que trae la balanza y colocar en el extremo de ésta, una pesa de 20 kilogramos que trae el instrumento. Si el anemógrafo está correcto la aguja debe marcar en la gráfica, la línea de 10 kilómetros. Si no los marca, debe aflojarse el resorte de fijación del contrapeso, situado en el centro, haciendo girar este, a la izquierda o a la derecha, hasta que la pluma marque los 10 kilómetros.

2.- Cuando el instrumento no está al nivel del mar, debe hacerse la corrección de velocidad, debido a que esta, se mide por presión del aire y con la temperatura. Para esta corrección se usan unas tablas calculadas según la altura y la temperatura del lugar.

3.- Determinado el factor de rectificación, se multiplica por la velocidad indicada en el instrumento y se obtiene la velocidad verdadera.

Este anemógrafo marca también la dirección del viento, y debe tenerse cuidado de que la veleta del viento, esté balanceada con el contrapeso y que el amortiguador del brazo de la pluma direccional tenga suficiente aceite. También debe tenerse en cuenta que las llaves de desagüe estén cerradas cuando el aparato está funcionando.

Cualquiera que sea la clase de anemógrafo o veleta, debe cuidarse la limpieza y lubricación por lo menos cada seis meses de todos los puntos de rotación. Para evitar su oxidación y la pérdida de sensibilidad. En cuanto a los registradores de estos aparatos, sus cuidados son los mismos indicados para los otros instrumentos.

PRESION ATMOSFERICA

El barómetro mide la presión atmosférica. El milímetro de -

mercúrio es la unidad más usada. El barómetro es instrumento de lectura directa y las cifras que suministra necesitan correcciones por temperatura, por altitud y por latitud, cosa que se hace fácilmente en tablas apropiadas.

El barógrafo es el aparato de registro que inscribe en una gráfica calibrada en unidades de tiempo y en milímetros de mercurio (mm.Hg) el desarrollo de la presión atmosférica, consta de mecanismo de reloj y de caja anerode.

El barómetro y el barógrafo se colocarán en una pieza con buena iluminación natural, donde los cambios de temperatura no sean bruscos; el primero, se adhiere a un muro de ladrillo que no sufra trepidaciones, localizado en la pared que mira hacia el norte, para evitar que la refracción del calor de las otras paredes influyan sobre el instrumento.

El barómetro se instala de tal manera que quede completamente vertical mediante el uso de una plomada, y a una altura tal, que la escala se puede leer fácilmente, estando de pies el observador.

El barógrafo se coloca sobre una repisa, a una altura aproximada de 1.50 metros del suelo y debe ir al lado del Barómetro.

Antes de iniciar observaciones con el barómetro de cubeta móvil debe calibrarse con un barómetro patrón si es posible. Además debe tenerse en cuenta:

- 1.- Observar si hay burbujas de aire adheridas a la columna del tubo, y si las hubiera, darle unos golpes suaves con las yemas de los dedos al tubo, para que estas asciendan a la cámara barométrica.
- 2.- Ver que la punta del índice, que es el cero (0), no penetre en el mercurio, sino que lo toque ligeramente; esto se comprueba con la imagen del índice, que se forma en el mercurio, dando la impresión de que la imagen del índice con el índice verdadero, se tocan.

En el barómetro no deben comenzarse las observaciones sino después de tres (3) horas a cuatro (4), de haber sido instalado hasta que el mercurio haya tomado la temperatura del medio ambiente.

El barógrafo se gradúa con el barómetro. La lectura debe ser reducida a la gravedad normal y a la temperatura de 0°C. mediante tablas o empleando fórmulas.

En los barógrafos, como en todos los registradores hay que comprobar su aptitud y la sensibilidad de registro; esto debe hacerlo un técnico mecánico.

EVAPORACION DEL AGUA

Como evaporación se mide la cantidad de agua que entrega al aire una superficie libre.

Hay evaporímetros y evaporígrafos.

La evaporación se mide en milímetros por metro cuadrado como la lluvia, y se toma al sol y a la sombra.

La capacidad de evaporación es función directa de: el brillo solar, la temperatura, las calorías, la intensidad del viento. Es función inversa de: nubosidad, la tensión del vapor y la humedad relativa.

El evaporímetro se instala en el suelo, bien nivelado, sobre un marco de madera de un espesor de 10 centímetros. Debe estar localizado en las inmediaciones del pluviógrafo, con el fin de que al hacer la lectura en días lluviosos, se pueda descontar la cantidad de agua lluvia que haya recibido.

Debe instalarse un anemómetro en una esquina del marco para hacer los cálculos de la fuerza de evaporación, y además, un termómetro sobre un flotador.

Para operarlo debe echarse agua lluvia o agua destilada hasta dos centímetros del borde, se introduce el tornillo del Vernier hasta que el extremo del gancho y luego la que resulta al bajar nuevamente para dejarlo a ras del agua. La diferencia de las dos lecturas dará el agua evaporada en milímetros. Esta evaporación se expresa en período de 24 horas.

EVAPORIMETROS A LA INTemperie

Para la lectura de este evaporímetro, se siguen las mismas normas empleadas; el de caseta en caso de tener el cilindro de estacionamiento o fijación de agua (Evaporímetro DESIAP) se coloca a un pie del borde norte de la cubeta. Este cilindro debe quedar nivelado, haciendo uso de sus tres tornillos niveladores y de un nivel de albañilería.

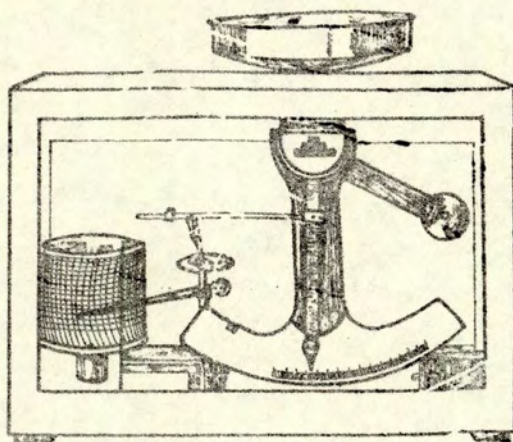
Para su mantenimiento debe limpiarse y quitarse con frecuencia el sedimento que se haya formado; también debe revisarse el nivel del cilindro cada mes, y cuando se necesita algún ajuste, se deja apuntar tanto la lectura del calibrador tomada antes del ajuste, como la lectura tomada después.

El calibrador o micoro de gancho (Hook Kago) debe mantenerse limpio y aceitado ligeramente con una gota de aceite de muy poca viscosidad colocada dos veces en el año; debe evitarse que caiga aceite al cilindro, y antes de la aceitada debe limpiarse con varsol o Kerosene o algún solvente similar.

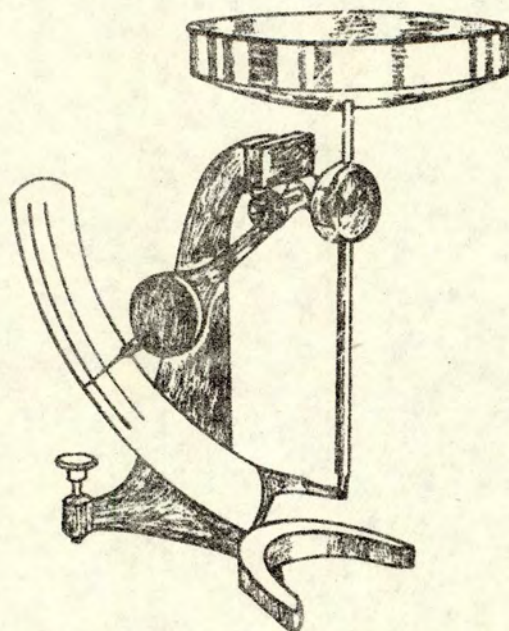
En las lecturas con el calibrador, las cifras del eje principal del mismo, vienen en centímetros y las divisiones intermedias representan décimas de centímetro. Las cifras de la escala circular son centésimas de centímetro y las intermedias son milésimas.

A la lectura de la escala del eje principal se agrega la lectura de la escala circular. Así, por ejemplo: una lectura de 32 en el eje principal, indica 3.2 centímetros; una lectura entre 85 y 36 de la escala circular, representa un valor entre 0.085 y 0.086 cm., que por aproximación es igual a p. 0.09 cm.; la lectura completa será pues de 3.2 más 0.09 o sea igual a 3.29 cm.

Para efecto de la lectura de la evaporación, operación que debe hacerse todos los días a las 18 horas, se coloca el calibrador sobre el cilindro, donde debe permanecer siempre, dejando descansar la estrella sobre los bordes de este. En seguida, con el tornillo regulador se va bajando el gancho hasta que quede debajo de la superficie del agua; después, lentamente se va girando el tornillo hasta que la punta del gancho toque la superficie del agua.



EVAPORIGRAFO



EVAPORIMETRO

Cuando no ha ocurrido lluvia, la cantidad evaporada será - la diferencia entre lectura anterior y la actual. Cuando ha ocurrido lluvia caída, y a este resultado, se le resta la lectura del día.

Así por ejemplo:

Marzo 10 - 6 pm. Lectura en cm.....	2.71
Marzo 11 - Precipitación en 24 horas ...	<u>0.23</u>
Suma.....	3.24
Marzo 11 - 6 pm. Lectura en cm.	3.12
Diferencia.....	0.12

0.12 es la evaporación en 24 horas

Un factor que debe ser tenido muy en cuenta, es el nivel del agua en la tina. Experimentos han demostrado que tanto la profundidad del agua en la tina, como la lectura de la zona sin agua afectan la rata de evaporación. Para que todos los datos obtenidos con calibradores sean comparables, la tina debe mantenerse llena hasta un nivel de 2 cm., por debajo - del borde, y debe volver a llenarse, ese nivel cuando después de sucesivas lecturas, el agua haya bajado un centímetro. Si por alguna circunstancia, algún aguacero torrencial hace sobrepasar el nivel de 2 cm. bajo el borde, se vacía el exceso hasta que el nivel del agua, se sitúe entre las marcas de 2 y 3 centímetros. Tanto la limpieza del tanque como el ajuste del nivel del agua deben hacerse después de una lectura previa. Terminada la operación de limpieza o ajuste de nivel, se debe hacer otra lectura. Así, por ejemplo, cuando por una fuerte precipitación se requiere quitar el exceso de agua, a fin de evitar que se bote, se registran las lecturas antes y después del cambio y se anota la hora, fecha y naturaleza del cambio. Cuando el observador desea computar la evaporación en las 24 horas, el siguiente cálculo ayudará a aclarar el caso:

(Lectura en centímetros)

I) Diferencia del calibrador en las lecturas antes y después de quitar el exceso.....	2.03
II) Lectura del día a las 6 p.m.....	<u>1.59</u>
Sumas.....	3.62



TIPOS DE NUBES

III)	Lectura precipitación pluvial del día a las 6 pm. (se sustrae).....	1.62
	Residuo.....	2.00
IV)	Lectura del calibrador a las 6 pm. del día anterior.....	2.07
V)	Residuo (debe ser restado)	2.00
	Saldo o evaporación en 24 horas.....	0.07

RECOLECCION Y ELABORACION DE DATOS

A través de la observación de gráficas obtenidas con aparatos de registro, Hans Trojer ha encontrado que las horas más apropiadas para operar instrumentos de lectura directa son:

7 a.m., 2 p.m., 8 p.m. O sea: las 7, las 14 y las 20 horas en la jerga meteorológica.

El promedio diario más cercano a la realidad parece obtenerse con la siguiente fórmula:

$$M = \frac{a + b + 2c}{4}$$

En donde:

M = Promedio diario del valor de un elemento.

a = Lectura directa a las 7 a.m. del instrumento que mide el elemento.

b = Lectura directa a las 2 p.m. del instrumento que mide el elemento.

2c = Dos veces la lectura directa a las 8 p.m. del instrumento que mide el elemento.

4 = Porque son cuatro las lecturas que entran en el promedio.

Esta fórmula es valida para todos los elementos, a excepción de: vientos, lluvias, brillo solar y nubosidad.

Los siguientes ejemplos ilustran la utilización de la fórmula anterior.

1. Ejemplo con Temperatura

El operador de un observatorio meteorológico desea conocer la temperatura media del día. No posee sino un termómetro y dispone de algunos minutos. Tal operador lleva una libreta el registro de sus observaciones, y esto le permite saber que:

A las 7 a.m. el termómetro marcó	17 °C
A las 2 a.m. el termómetro marcó	23 °C
A las 8 p.m. el termómetro marcó	15 °C

La temperatura media ese día será:

$$\text{Temperatura media} = \frac{17 + 23 + 2(15)}{4} = \frac{70}{4} = 17.5 \text{ °C}$$

2. Ejemplo con Humedad Relativa

El observador de un puesto meteorológico desea calcular la humedad relativa media del aire durante un día. Consulta pues su libreta y utiliza las lecturas que ha hecho del higrómetro o del sicrómetro. Supongamos que esas lecturas hayan sido:

A las 7 a.m.,	90%
A las 2 p.m.,	70%
A las 8 p.m.	80%

La humedad relativa media ese día será:

$$\text{Humedad Relativa Media} = \frac{90 + 70 + 2(80)}{4} = \frac{320}{4} = 80\%$$

DEFINICIONES

La meteorología es una ciencia muy extensa en la que tienen aplicaciones muchas otras, haciendo que la terminología relacionada sea mucho más extensa de lo que comúnmente pudiera esperarse. Los temas puramente elementales de la meteorología general se han tratado en este "Manual de Implementos".

Con el único fin de complementar en algo este manual se ha incluido para cerrar este trabajo, una especie de diccionario meteorológico:

Abatimiento

Denominado también subsistencia, es el término que se emplea para denotar un movimiento más o menos lento del aire, hacia abajo, en un área extensa.

Actinometría

Estudio de la radiación solar.

Actinómetro o Actinógrafo

Instrumento para medir o registrar, respectivamente la radiación del sol.

Actinograma

Registro de la radiación solar hecha por un actinógrafo

Adiabático

Proceso termodinámico en el cual hay cambio de temperatura, originado por cambio de presión, sin intercambio de calor con otras fuentes externas.

Aguacero

Precipitación de intensidad y duración variable en que se alternan los cielos amenazantes con los cielos despejados.

Aguaceros de Inestabilidad

Aguaceros cuyo desarrollo se debe al calentamiento del aire por la superficie terrestre o marina, de duración más o menos corta y de carácter local.

Agua Nieve

Precipitación formada por una mezcla de agua y de nieve.

Aire

Mezcla de gases diversos que compone la atmósfera terrestre.

Aire Húmedo

Mezcla de aire seco y vapor de agua.

Aire Marítimo Tropical

Masa de aire originada sobre las superficies oceánicas del trópico, caracterizada por su inestabilidad convectiva, su alta temperatura y su alto contenido de humedad.

Amplitud diurna de la Temperatura

Diferencia entre los extremos de máxima y mínima temperatura de un lugar en el transcurso de 24 horas o de una semana.

Anemograma

Registro efectuado por el anemógrafo

Anticiclón

Sinónimo de alta presión atmosférica. Sistemas de vientos alrededor de una alta.

Alta (Presión)

Area o región en donde la presión atmosférica es relativamente mayor que en los alrededores. Hay divergencia en el flujo del aire en la superficie.

Anticiclo Génesis

Formación o desarrollo de un anticiclón, o proceso por el cual un anticiclón ya formado adquiere mayor intensidad.

Atmósfera

Capa gaseosa que rodea la tierra, formada por los gases - componentes del aire en diversas proporciones, por el vapor de agua y por el polvillo atmosférico.

Auroras Polares

Fenómeno electromagnético que se produce en los altos niveles de la atmósfera por el bombardeo de los rayos catódicos del sol contra la atmósfera enrarecida de esos niveles.

Baja (Presión)

Zona en donde la presión atmosférica es más baja que en los alrededores. Hay convergencia en la superficie asociada a esa circulación que también se llama ciclónica.

Bar

Unidad de medida de la presión atmosférica, cuyo equivalente es 1000 milibares.

Barlovento

Lado de un objeto o cuerpo por el cual recibe la corriente de viento.

Brisas

Corrientes de viento producidas en diferentes lugares, principalmente por las variaciones diurnas de temperatura.

Brisa de Mar

La que sopla del mar hacia la tierra, causada por la diferencia de temperaturas de superficies experimentadas en las horas diurnas principalmente en las horas del mediodía y subsiguientes.

Brisas de Montaña o Valle

Brisas que soplan procedentes de montañas o valles cuya causa es la diferencia de calentamiento experimentada por los valles o montañas durante las horas diurnas y durante las horas nocturnas.

Brisa de Tierra

Brisa alterna de la brisa de mar, que se presenta durante las noches y en especial en las horas de la madrugada, de la tierra hacia el mar.

Centellas

Rayos en que la chispa eléctrica se presenta en forma de bola de movimiento más o menos lento y que regularmente produce fuerte detonación al desintegrarse, parecen deberse a una esfera de ozono o gas ardiente.

Clima

Conjunto de condiciones meteorológicas propias de determinado lugar.

Climatología

Meteorología estadística destinada a la clasificación, estudio y conocimiento de los climas y posibles efectos.

Convección

Movimiento vertical ascendente producido por causas mecánicas o térmicas en porción limitada de la atmósfera.

Convergencia

Flujo de aire en tal forma que sus partículas tiendan hacia un centro común, provocando generalmente ascenso del aire y formación de baja presión.

Corrientes Marinas

Desplazamiento en grande escala de las aguas de los mares y océanos con trayectoria más o menos fija o de poca varia-

ción. Se las subdivide en corrientes calientes y corrientes frías, según su temperatura relativa con relación a las aguas calientes. Ejercen influencias muy marcadas en los regímenes meteorológicos de algunas regiones. Algunas de las principales son: corriente de Humboldt (en el Pacífico Sur y Sur América), Corriente del Labrador ((en el Atlántico Norte y Norte América), etc.

Divergencia

Lo contrario de convergencia. Se produce generalmente en asocio de una alta presión o anticiclón al haber flujo del aire afuera de un centro.

Ecuador Térmico

Línea imaginaria, distinta en la mayoría de las veces de lo que es el Ecuador geográfico, que une los puntos en donde la temperatura es mayor.

Equinoccio

Epoca del año en la cual el sol tiene su menor declinación o altura sobre el Ecuador. Se presenta dos veces por año.

Escala Centígrada

La que tiene como referencia 0 grados para el hielo fundente y 100 para el agua hirviendo, al nivel del mar y en condiciones standard. Se llama también escala de Celsius.

Escala de Fahrenheit

La escala de temperatura, de uso generalizado en los países de habla inglesa, en la que el hielo fundente tiene 32 grados y el agua hirviendo 212 grados.

Escala de Reaumur

Escala de temperatura menos usada que las dos anteriores, en la que los mismos puntos de referencia son 0 grados y - 80 grados, respectivamente.

Espectro Solar

Composición luminosa y de colores que se obtiene al descomponer la luz blanca del sol por medio de un prisma.

Estaciones

Epocas en las cuales puede dividirse el año, desde el punto de vista meteorológico y astronómico. Se recomienda no asociar la palabra "Invierno" con época lluviosa, ni "Verano" con época de sequía, tal como lo acostumbramos en el trópico.

Estación Meteorológica

Lugar en donde se hacen observaciones meteorológicas. Las puede haber de distintas categorías según su equipo y servicio prestado.

Estratosfera

Parte de la atmósfera que se extiende en promedio arriba de los 18 kilómetros según el Ecuador y arriba de 9 kilómetros sobre el polo, y en donde según se cree, hay carencia de movimientos verticales y hay un apreciable aumento de la temperatura con la altura (esto último conjeturado con alguna base pero no probado definitivamente).

Frente

Superficie de discontinuidad ente aires..Distintas características termohigrométricas.

Frotogénesis

Conjunto de condiciones que conducen a la creación de frentes de alguna naturaleza. En los mapas de tiempo se distingue lo frotogénesis por el tipo del frente que como resultado de ella puede formarse.

Frontolisis

Conjunto de condiciones meteorológicas que tiendan a destruir o al menos a aminorar la intensidad de un frente. La mezcla de los aires contrastantes que forman el frente, lo

mismo que procesos de abatimiento o subsidencia pueden conducir a frontólisis. Los frentes que entran al trópico en el invierno sufren frontilisis, por ejemplo.

Frente o Región de Origen

Se aplica esta denominación para referirse a regiones de - condiciones más o menos uniformes, en donde una masa de aire estuvo localizada por tiempo suficiente por ser influenciada por temperatura y humedad hasta altos niveles.

Gradiente

Valor del cambio de un elemento meteorológico por unidad de distancia. Se puede hablar de gradiente vertical u horizontal de temperatura, presión, humedad, etc.

Helio

Gas componente del aire en la proporción de 0.0005 por volumen y 0.000003 por peso.

Heliógrafo

Instrumento para determinar la cantidad de horas que ha brillado el sol durante el día, sobre determinado lugar.

Higrómetro e Higrógrafo

Instrumentos para medir y registrar la humedad del aire respectivamente.

Hipsómetro

Instrumento que permite determinar con alguna precisión la altura de un lugar en función de la temperatura de ebullición libre del agua. Debido a la disminución de la presión atmosférica con la altura, también disminuye la temperatura a que el agua hierve.

Humedad Absoluta

Expresa el peso del vapor de agua por volumen unitario de aire y se da generalmente en gramos por metro cúbico.

Humedad Específica

El peso del vapor de agua contenido en unidad de masa de aire húmedo. Se acostumbra expresarlo en gramos por kilo. Conviene aclarar que en este caso el término de "aire húmedo" no quiere decir "aire saturado" como el análisis de la estabilidad, sino simplemente la mezcla de aire puramente seco con vapor de agua en cualquier cantidad.

Inversión de Temperatura

Fenómeno que puede presentarse en cualquier nivel de la atmósfera y en donde la temperatura, en lugar de disminuir, - aumenta efectivamente con la altura. Puede ser producida por extremo enfriamiento en los bajos niveles de la capa atmosférica debido a la radiación, como en el caso de la inversión de superficie, o por el calentamiento de la parte superior de la misma capa debido a la subsidencia, como en el caso de las inversiones llamadas superiores, de los Alisios, o por cualquier combinación de procesos en que relativamente haya enfriamiento en un nivel y calentamiento en otro superior.

Ionosfera

Capa de la atmósfera, situada en general más allá de los 80 kilómetros de altura, en donde los fenómenos dominantes no son ya acuosos ni aéreos sino luminosos y eléctricos.

Isalobara

Líneas más o menos concéntricas que resultan de unir los puntos en donde la presión ha tenido el mismo cambio algebráico en el mismo período de tiempo.

Isalotermas

Líneas que unen los puntos en donde se ha experimentado determinado cambio de temperatura en determinado tiempo.

Isobaras

Líneas que en un mapa de tiempo unen los puntos de una misma presión atmosférica.

Isonefas

Líneas que unen los puntos de una misma nubosidad.

Isopletas

Nombre genérico que se da a las líneas que unen los puntos en que un elemento tiene el mismo valor. Estas incluyen a las Isobaras, Isotermas, Isonefas, etc.

Isotermas

Líneas que unen los puntos de igual temperatura ambiente, temperatura promedia, etc.

Isoyetas

Líneas que pasan por los puntos en que se han experimentado la misma precipitación pluvial en determinado tiempo.

Meteorología

La ciencia que trata del estudio de los fenómenos que se verifican en la atmósfera terrestre.

Meteorología Dinámica

La que estudia principalmente los movimientos dentro de la atmósfera y su relación con otros fenómenos meteorológicos.

Meteorología física

Rama que abarca todos los fenómenos físicos de la atmósfera, haciendo exclusión de los mecánicos.

Meteorología Sinóptica

Parte de la meteorología general que se entiende con la utilización de observaciones simultáneas de superficie o de altura en los mapas de tiempo y con el pronóstico del mismo.

Milibar

Unidad para medir la presión atmosférica, cuyo valor es la milésima parte del bar.

Milímetro de Lluvia

Unidad convencional en que se expresa la precipitación, cuyo equivalente es el de un litro de agua por metro cuadrado de superficie horizontal. Las precipitaciones sólidas para efecto de reporte y registro siempre se convierten a su equivalente en líquido.

Monzones

Nombre más o menos genérico que se da a los vientos cuya dirección periódica en un sentido o en el contrario depende de las altas o bajas de presión que se forman por la diferencia de calentamiento de mares y continentes en las diferentes épocas del año.

Nitrógeno

Gas componente principalmente del aire normal, y cuya proporción es de 78,09 por volumen y 75,48 por peso.

Nivel de Condensación

Nivel determinado generalmente por altura o presión en donde se produce inicialmente la condensación dentro de una masa o partícula de aire que asciende.

Nube Noctilucente

Nube luminosa, visible muy pocas veces en ciertas regiones durante la noche. Se supone formada no por agua sino más bien por polvillo atmosférico a grandes alturas.

Oxígeno

Componente importantísimo del aire normal que entra en proporción de 20.95 por volumen y 23.15 por peso.

Peso del Aire Seco

Este es condiciones normales de 1,293 kilos por metro cúbico, o de 0,8072 libras por pie cúbico.

Polvillo Atmosférico

Elementos microscópicos que se hallan en buena cantidad - dentro de la atmósfera terrestre y que pueden ser de carácter mineral (tierra, sal, cenizas volcánicas, hollín), o de origen orgánico como residuos animales, vegetales, bacterias.

Pronóstico

Predicción de condiciones meteorológicas de un lugar o región.

Reflexión

Regreso de la energía al chocar contra un objeto.

Refracción

Cambio de dirección en la trayectoria de un rayo de luz al pasar de un elemento a otro de distinta densidad.

Solsticio

Epoca del año en que el sol está en su máxima declinación al norte o en su máxima declinación al sur. Se presenta una vez por año para cada hemisferio

Sotavento

Lo contrario de barlovento. Lado opuesto a aquel por donde un cuerpo recibe la corriente del viento.

Temperatura Absoluta

Temperatura que se da partiendo del cero absoluto. Cuando se usa la escala centígrada, a la temperatura corriente se le agrega 273°C., en la escala Fahrenheit se agregan -- 459.0°F (estos valores no son completamente exactos). - La temperatura absoluta también se llama algunas veces "temperatura Kelvin".

Temperatura Virtual

Temperatura ficticia a la cual el aire seco (que es más -

pesado que el aire húmedo) tendría la misma densidad que el aire húmedo a la misma presión.

Tropopausa

Capa que constituye la terminación de la troposfera y el comienzo de la estratosfera.

Troposfera

Parte de la atmósfera contigua a la superficie terrestre, donde se experimentan practicamente todos los disturbios atmosféricos.

Turbulencia

Movimiento irregular de la atmósfera que resulta por efectos de la fricción de la superficie, o cuando en forma superpuesta fluyen corrientes en distinta dirección y velocidad. También la turbulencia aparece como una de las resultantes de los procesos convectivos en regular escala.

Cero Absoluto

Temperatura de 273,16 grados centígrados bajo cero, o de - 459,69 grados Fahrenheit bajo cero, a la cual todo movimiento molecular deja de existir.

ocst.-